Germany


VE
RI
TAS

Germany



BEITRÄGE

ZUR

GERICHTLICHEN

MEDIZIN, TOXIKOLOGIE

UND

PHARMAKODYNAMIK

VON

EUGEN PELIKAN,

Professor der Kaiserlichen medico-chirurgischen Akademie zu St. Petersburg, Mitgliede des Medizinalrathes im Ministerium des Innern &c.

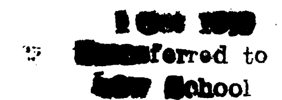
WÜRZBURG.

VERLAG DER H. GOLDSTEIN'SCHEN BUCHHANDLUNG.

1858.

Wie wenig sind wir selbst solcher Dinge gewiss, welche wir am besten zu wissen glauben, und in denen wir am wenigsten uns zu irren fürchten! Ich kenne nur eine Klasse von Menschen, welche sich niemals irren, und das sind diejenigen, welche niemals etwas thun, welche niemals beobachten, welche niemals Versuche machen. Alle Anderen irren sich, und sie irren sich um so viel mehr, je mehr Versuche sie anstellen.

Fontana.



Druck von J. Wohlfarth in Würzburg.

Vorrede.

Der grösste Theil der von mir hier unter dem Titel: „Beiträge zur Gerichtlichen Medizin, Toxikologie und Pharmakodynamik“ veröffentlichten Aufsätze, erschien schon früher in verschiedenen medizinischen Zeitschriften. Die wohlwollende Aufnahme, die dieselben von mehreren Seiten erfahren und nicht etwa ein bedeutendes Interesse, das ich selbst denselben zuschriebe, veranlassen mich jetzt, diese kleinen Arbeiten gesammelt erscheinen zu lassen, mit der Absicht dieselben später vielleicht fortzusetzen.

Auch scheint mir diess die geeignetste Weise, es den Fachgenossen zu erleichtern, sie ein Urtheil über eine Reihe von Arbeiten fällen zu lassen; wie denn ein Autor immer hoffen darf, dass man bei einer grösseren Folge die Ansichten und Bestrebungen, die ihn bei jeder einzelnen Arbeit leiteten, besser würdigen wird, und er dadurch in den Stand gesetzt ist, von einer erleuchteten Kritik für die Zukunft die besten Vortheile zu ziehen.

Wie schon bemerkt, sind die meisten dieser Artikel nicht neu, alle aber haben eine sorgfältige Umarbeitung erfahren; einigen hatte ich Zusätze und die Ergebnisse neuer Forschungen beizufügen. Der Anhang zum zweiten Aufsatze, die Aufsätze IV, X und die darauf-

folgenden sind sämmtlich neu. Einige meiner Arbeiten habe ich in Gemeinschaft mit anderen Gelehrten gemacht, wie z. B. meinem geehrten Freunde Professor Zdekauer, Dr. Arneth, Professor Sawelieff (in St. Petersburg), den Herrn Martin-Magron (in Paris), und Prof. Kölliker (in Würzburg), deren Namen auch bei den betreffenden Artikeln selbst oder im Inhalts-Verzeichnisse angeführt sind. Obgleich manche meiner Untersuchungen unter sich in keinem engeren Zusammenhange zu stehen scheinen, so war mein Streben bei allen dennoch dasselbe: nämlich mich dabei der neuen Hilfsmittel der Wissenschaft, aus Chemie, Physik und Physiologie zu bedienen und sie auf gerichtlich medizinische und vorzüglich toxikologische Fragen anzuwenden. Ich habe daher, ehe ich einen Körper in seinen Wirkungen auf den Organismus betrachtete, gestrebt, denselben für sich, in seinen verschiedenen Metamorphosen ausserhalb des Organismus, mit einem Worte, als chemisches Agens zu studiren; ehe ich die Beziehungen der physikalischen Agentien zum Organismus analysirte, habe ich dieselben einzeln in ihren Eigenschaften, so weit diess die jetzigen Hilfsmittel der Physik erlauben, zu ergründen gesucht, und endlich die Wirkung derselben mit dem, was uns durch den gegenwärtigen Stand der Physiologie zugänglich ist, mir zu eigen gemacht.

Ich jagte aber dabei nicht nach Art mancher neueren Forscher einzig dem Auffinden glänzender und überraschender Resultate nach; vielmehr habe ich mich bemüht, einige Vorurtheile oder die Resultate schon bekannter Untersuchungen, deren Richtigkeit mir irgendwie zweifelhaft schien, noch einmal vor das Forum einer strengen Besprechung zu ziehen und dieselben, soviel mir möglich, auf den Probestein einer naturwissenschaftlichen Kritik zu legen.

Vielleicht macht man mir zu grosse Ausführlichkeit in den theoretischen Angaben über die chemische Zusammensetzung der Gifte und die Wirkung derselben auf den Organismus, so wie auf der anderen Seite, zu spärlichen Gehalt meiner Arbeiten an praktischen Anwendungen zum Vorwurfe. Der aufmerksamere Leser wird

jedoch mehr praktisch Verwerthbares darin finden, als es ihm auf den ersten Blick scheinen dürfte. Dagegen glaube ich Hypothesen, denen nicht mehr oder weniger sichere thatsächliche Begründung, die Erkenntniss der inneren Beschaffenheit so wie der Gesetze, unter denen die besprochenen Agentien ihren Einfluss auf den Körper ausüben, zur Seite stehen, vermieden zu haben.

Bei sorgfältiger Prüfung meiner Resultate mögen andere Gelehrte finden, dass ich mich gleich denen, deren Untersuchungen ich einer gewissenhaften Kritik unterzogen, getäuscht, und in meinen Schlussfolgerungen geirrt habe. Alle Ergänzungen und Berichtigungen, die zum Zwecke haben, irgend einen Punkt meiner Untersuchungen, der unklar geblieben, zu beleuchten oder mit neuen Kräften und Mitteln, die mir nicht zu Gebote gestanden, in's Klare zu setzen, werde ich freudigst begrüssen; Irrthümer, die man mir nachweisen sollte, werde ich offen bekennen. Ich finde für dieselben keine bessere Entschuldigung, als die schon in den würdigen Worten des berühmten Meisters des vorigen Jahrhunderts gegebene, die ich für mein Buch zum Epigraph gewählt, und die jedem Experimentator in's Gedächtniss eingegraben sein sollten.

Würzburg, im März 1858.

Inhalt.

Seite

I.

NEUER FALL

sogenannter Selbstverbrennung des menschlichen Körpers,

mit einer

kritischen Beleuchtung dieses Gegenstandes im Allgemeinen.*)

Nach den schlagenden Beweisen, mit denen Liebig und Bischoff die spontane Verbrennung des menschlichen Körpers widerlegt haben, dürfte die an der Wurzel angegriffene Doctrin dieses räthselhaften Vorganges aus den Lehrbüchern der gerichtlichen Medizin schon völlig verbannt sein, und es könnte ganz überflüssig erscheinen, darüber weiter noch ein Wort zu verlieren. Demungeachtet glaube ich diesen Gegenstand noch einmal aufheben zu müssen, da bis jetzt die Möglichkeit der spontanen Verbrennung noch viele Anhänger zählt. Sogar sind nach der Veröffentlichung der scharfsinnigen Liebig'schen Broschüre, Widerlegungen derselben erschienen. Ausser Dr. Graff, dessen gelehrte Eigenliebe bei der Beurtheilung des Todes der Gräfin von Görlitz zu sehr auf's Spiel gesetzt war, hat auch Tardieu in Frankreich einige Gegenbemerkungen gemacht, wenn auch auf andere Hypothesen gestützt.

In Deutschland meinte Dr. Ebers schon dadurch Liebig widerlegt zu haben, dass er sich auf einen Fall berief, dessen Augenzeuge er selbst in seiner Jugend war, und indem er noch auf zwei andere hinweist, welche ihm erzählt wurden.**)

Diese Fälle bieten aber nichts Besonderes dar. Die Beweise, welche Ebers anführt, enthalten keineswegs eine wissenschaftliche

---

*) Aus der med. Zeitung Russlands, 1855.

**) Schmidt's Jahrbücher, 1850, Nr. 12.

Behandlung dieses Gegenstandes, wie man sie bei Liebig findet, wohl aber lauter Verneinungen, Muthmassungen und Voraussetzungen, welche grösstentheils von oberflächlicher Kenntniss der Naturwissenschaften, besonders der Physik und Chemie, herrühren, theils aber stammen sie auch aus der hartnäckigen, tief eingewurzelten Ueberzeugung von der Unzweifelhaftigkeit der sinnlosesten Traditionen, wie sich schon dadurch alle Anhänger der Selbstverbrennung überhaupt auszeichnen.

In diesem Aufsatze will ich einen in St. Petersburg vorgekommenen Fall beschreiben, *) welcher einigen Experten Gelegenheit gab, noch einen Fall von spontaner Verbrennung zu den früher bekannten hinzuzufügen. Ich gebe hier einen Auszug aus dem mir mitgetheilten Actenstücke, welches über diesen Fall am 1. December 1854 um 9½ Uhr Morgens abgefasst wurde.

„Als man von der Gallerie her durch eine Doppelthüre, an deren jeder Seite sich ein Fenster befand, gerade in's Zimmer trat, liess sich sogleich ein empyreumatisch-animaler Geruch verspüren, zum Theil dem beim Verbrennen von Leinwand- oder Baumwollenzeug entstehenden ähnlich, ohne Spur von kreosotrauchigem Geruch. Dicht an der Thüre, nach rechts, stand ein Bett mit in Ordnung gebrachtem Bettzeuge. Der Thüre gerade gegenüber befand sich die Oeffnung eines russischen Ofens, der mit einem kleinen Ofenbrette, auf welchem links eine Kaffekanne mit Bodensatz, ein kleiner Dreifuss, und rechts eine Schornsteinklappe neben dem offenen Loche des Schornsteins sich befanden. Im Ofen selbst lag Holz hinter der Ofenthüre. Dieser Ofen befindet sich in der Mitte des Zimmers, ist dem Schornsteine angebaut, welcher vom untern Stockwerke bis zum Dache hinaufreicht, und von der Wand eine halbe Arschin absteht, so dass man zwischen demselben und der Wand durchkriechen kann. Der Ofen ist 2½ Arschin hoch, 1 Arschin 12 Werschok breit. Die Länge des Zimmers beträgt 6, die Breite 4½ und die Höhe 2½ Arschin. Als man den Ofen von der linken Seite her umgangen hatte, bemerkte man im Winkel an einem Fenster, welches auf den benachbarten Hof geht, unter einem ohne brennende Lampe dort befindlichen Heiligenbilde, ein

*) Der von mir untersuchte Fall ist der erste, welcher in Russland zur Annahme der spontanen Verbrennung Gelegenheit gab, und ich habe es daher für nöthig erachtet, denselben hier mit allen Details anzuführen.

kleines hölzernes Tischchen, unter welchem auf dem Fussboden ein kleiner, niedriger, kupferner Leuchter lag, in dessen Röhre noch ein nicht mehr als $2^1/_2$ Zoll langes Restchen eines ausgelöschten Talglichtes steckte."

„Zwischen dem hintern Theile des Ofens und der Wand des benachbarten Zimmers, in welches eine in dieser Wand befindliche Thüre führt, die nun fest vermauert, und wie die übrige den Zwischenraum von $1^1/_4$ Arschin einnehmende Wand, mit Tapeten beklebt war, lag in schiefer Richtung und contrahirtem Zustande auf der rechten Körperseite die Leiche der Theodosia Wassiljewa, mit $^1/_4$ Arschin von einander entfernten gebeugten Knieen, der Wand zugekehrten Füssen, welche mit den Enden der Zehen die Begleitung berührten, während der über die hintere Ofenkante hinausreichende Kopf schief dem Zwischenraume zwischen Wand und Schornstein zugekehrt war, wobei der theils nach hinten und unten zur rechten Schulter gebeugt gelegene Kopf sich mit seinem oberen rechten und seitlichen Theile auf den Fussboden stützte, während das linke Schulterblatt und das Schultergelenk derselben Seite dicht dem Ofen anlagen. Neben dieser Ofenkante ragte der im Ellenbogen unter rechtem Winkel gebeugte Vorderarm der oberen rechten Extremität über den Rumpf; die Finger dieser Extremität, von denen drei wie zum Kreuzzeichen zusammengelegt waren, befanden sich in halber Flexion. Die linke, im Ellenbogen unter scharfem Winkel gebeugte und nach oben gerichtete Extremität lag mit der Rückenfläche der Handwurzel gerade auf der Nasenwurzel, bedeckte beide Augen, und auch hier waren die Finger halb flektirt. Unter und über dieser Extremität boten sich dem Anblick dar: das dunkelrothe aufgedunsene Gesicht, mit angeschwollenen und fest geschlossenen Augenliedern, die Stirn und das linke Ohr. Aus der Nase floss eine eiterartige Flüssigkeit auf den Fussboden herab, und zwischen den geschlossenen Lippen ragte das vorgestreckte Zungenende heraus. Die Kleidung dieses Weibes, aus einer mit Watte gefütterten, gestreiften zitzenen Kazaveika (Art Mantille), einem flanellenem Unterkleide und einem leinenem Hemde bestehend, war vom Kragen an, längs der ganzen linken Körperseite, vorne, seitlich und hinten, bis zur linken Hinterbacke, letztere mitbegriffen, so verzehrt, dass sie, den Aermel ausgenommen, auf dem ganzen angegebenen Raume in aschgraues Pulver zerfallen war, welches um die Leiche herum zerstreut lag.

Der übrige noch nicht ganz verzehrte Theil sah einem aus Leinwand gebrannten Zunder ähnlich. Die Haut der an diesen Stellen entblössten Körpertheile war dunkelbraun gefärbt (cutis coriacea), während die ganze von Epidermis entblösste Kreuzbeingegend von rother Fleischfarbe war. Hinter dem Hinterbacken lagen Stüke des angebrannten Saumes des Ober- und Unterkleides und ein Schuh; der andere Schuh wurde, als man die Leiche aufgehoben hatte, auf dem Fussboden, am Rande der rechten Fusssohle gefunden."

„Als die Leiche vorsichtig auf die offene Gallerie getragen wurde, bemerkte man noch ausserdem, dass überhaupt die Kleider auf der rechten Körperseite, nur stellenweise nicht ganz verzehrt waren; aber auch hier waren deutliche Zeichen von Brandwunden auf der obern Extremität, wie am Rumpfe zu sehen. Stellenweise waren die Hautdecken dunkelbraun, wie vom Rauch geschwärzt und lederartig. An manchen Stellen bildete die aufgehobene Oberhaut nur kleine Blasen. An der vordern Fläche beider Hüften, besonders aber der rechten war die Haut stellenweise hellroth und die Epidermis an einigen Stellen aufgehoben und gerunzelt. Die beiden Unterschenkel, obgleich sie mit weissen, unter dem Kniegelenke gebundenen, langen und von gelblichem Russe durchdrungenen Zwirnstrümpfen versehen waren, zeigten, nachdem sie blossgelegt worden, an der vordern Seite eine hellrothe Farbe der Haut, während die Epidermis stellenweise aufgehoben und gerunzelt war. Die Geschlechtstheile uud Hinterbacken schienen der Einwirkung des Feuers nicht ausgesetzt gewesen zu sein. Der Bauch war bedeutend geschwollen, die Hautdecken desselben an einigen Stellen dunkelbraun gefärbt, lederartig, an anderen hingegen war die Epidermis weder aufgehoben noch gerunzelt. Auf dem untersten Theile der Brust waren die Hautdecken in ähnlichem Zustande, während sie am oberen Theile dunkelbräunlich gefärbt und in einen ganz lederartigen, festen Stoff verwandelt waren, der an der linken Seite, in der Grösse einer Hohlhand, durch Spannung platzte, woraus unregelmässige Risse in verschiedenen Richtungen entstanden, das unterliegende Zellgewebe und Fett entblösst lassend. Aehnlich war die Haut in der Umgebung beider Achselgruben verändert."

„Ueberhaupt war die Haut auf der ganzen Oberfläche gespannt und zeigte sich bei der Berührnng stellenweise wie mit einem fetten Russe belegt. Die Hautdecken des Kopfes, der von einer leichten sitzenen nationalen Kopfbinde (Pavoinik), wie von einer Haube, umgeben und darüber mit einem schwarzseidenen Tuche umbunden war, waren geschwollen und erweicht."

„Die grauen, in zwei Zöpfe geflochtenen, ziemlich langen Kopfhaare, unter der Haube zusammengelegt, auf den Schläfen und dem Hinterhaupte theils den Pavoinik überragend, blieben völlig unbeschädigt. In den Hautdecken, wie in den Knochen des Hauptes konnten bei der Betastung derselben keine Wunden oder Brüche bemerkt werden. Die um den angebrannten Hals vorgefundene Schnur, an der wahrscheinlich ein Kreuz hing, welches man aber nicht finden konnte, war nicht verzehrt und fiel bei der Berührung in mehrere Stücke. Auf beiden Schenkeln, besonders an dem linken, war die Haut lederartig, geplatzt und von den darunterliegenden Geweben abgehoben. Als man das Zimmer besah, bemerkte man am russischen, mit Kacheln belegten Ofen, ungefähr zwei Arschin vom Fussboden entfernt, auf welchem sich die Leiche befand, kleine Theilchen aschgrauen Pulvers. In der Mitte befanden sich: eine gewöhnliche Lichtputzscheere und eine leere Theetasse; nach vorn, neben dem Schornstein, stand eine eiserne Schachtel mit Zunder, Feuerstein und Feuerstahl. Unten am Ofen, auf den dem obern rechten Oberarme und der Lende entsprechenden Stellen, war ein, nach oben zu allmälig abnehmender Fleck, wie von fettigem Russe zu bemerken, während auf dem Fussboden, an den dem rechten Ellenbogen und der rechten Hinterbacke entsprechenden Stellen, an ersterer ein verkohlter Fleck, an der andern zwei solche Flecke auf den Brettern zu sehen waren. Die beiden letzteren Flecke waren eine Hohlhand gross, ersterer etwas kleiner." (Als ich nach Verlauf einiger Tage dieses Zimmer untersuchte, fand ich die Beschreibung des Zimmers selbst, wie der geringsten im Actenstücke erwähnten Einzelnheiten, vollkommen genau)." Ueber den Füssen der Leiche hingen an der Wand zwei Frauenkleider, deren unterer Rand 5—6 Werschok von den Füssen abstand. Diese Kleider, wie die an dieser Stelle von der Wand abgelösten Tapeten, blieben unverletzt. Gegenüber der Stelle, welche das Gesicht der Leiche einnahm, befand sich an der Wand eine kleine in die Dachstube führende Thüre, welche zugemacht war, und das dort aufbewahrte, wie das überhaupt in der Wohnung befindliche Besitzthum blieb unberührt. Hinter dem Kopfe der Leiche, jenseits des Ofens, gegenüber dem Schornstein und dem Zwischenraume zwischen diesem und der Wand, stand ein kleiner hölzerner Schrank, in welchem, ausser verschiedenem Kleingeschirre, eine leere Halbstoffflasche aus weissem Glase lag, welche, nach dem Geruche derselben und nach einigen in ihr zurückgebliebenen Flüssigkeitstropfen zu urtheilen, früher Branntwein enthalten hat."

„Aus den vorangeschickten Untersuchungen der örtlichen Polizei ergab sich, dass die verstorbene Theodosia Wassiljewa mit ihrer Tochter schon seit lange in dieser Wohnung lebte, ihres hohen Alters wegen sich ausser der Wirthschaft mit keiner besondern Arbeit beschäftigte, zuweilen ausging, und als die Tochter auf Tagelohnarbeit auszugehen pflegte, allein zu Hause blieb, geistige Getränke manchmal bis zur Trunkenheit gebrauchte. Am 28. November ging ihre Tochter, nachdem sie Morgens den Ofen geheizt und die Speisen zubereitet hatte, zu ihren Bekannten nach Arbeit und blieb bis 2 Uhr des anderen Tages aus. Als sie gestern nach Hause kam, fand sie beide Thüren geschlossen, aber weder von aussen, noch von innen verriegelt; die Vorhänge an beiden auf die Gallerie sehenden Fenstern vorgezogen, und glaubte dass ihre Mutter schliefe. In's Zimmer hereingekommen warf sie einen Blick auf das Bett, fand darin ihre Mutter nicht, und verspürte dabei einen Brandgeruch, nicht aber die mindeste Spur von Rauch. An dem Ofen, zum vordern Winkel des Zimmers vorbeigehend, erblickte sie ihre Mutter auf dem Fussboden hinter dem Ofen todt liegend, in der oben beschriebenen Lage. Der Hausknecht sah die Theodosia Wassiljewa vorgestern Abends mit zwei Wasserkübelchen nach Hause kommen, und den Tag darauf, d. i. gestern, Morgens um 7 Uhr sprach er mit ihr auf dem Hofe, worauf sie Niemand von den Hauseinwohnern später mehr gesehen hat, und der hinter der Wand des Zimmers wohnende Schuster, wie auch seine Familie und Arbeitsleute hörten weder Klopfen noch irgend ein anderes Geräusch in der Wohnung der Verstorbenen, spürten weder Rauch noch sonstigen Geruch, welcher durch die mit Tapeten nur lose belegte Thüre zu ihnen ins Zimmer durchdringen konnte. Dabei zeigte die Tochter der Verstorbenen an, dass Geld und Gut ihrer Mutter, wie auch ihr eigenes unberührt geblieben sei (wie schon oben erwähnt wurde), dass ihre Mutter während ihrer Abwesenheit, nach allen vorhandenen Kennzeichen zu urtheilen, weder im Ofen noch auf dem Heerde Feuer machte, da sie sich keine Speise zu bereiten nöthig hatte (was sich auch dadurch bewährte, dass das von der Tochter am Tage ihrer Abwesenheit in den Ofen gelegte Holz unberührt war und eine zubereitete Kohlsuppe im Topfe noch bis zur Hälfte übrig geblieben war). Auch hat sie auf Niemanden Verdacht, ihre Mutter gewaltsam wundgebrannt zu haben."

Darauf folgt der Schluss des Experten: „Obgleich man nach „den auf der Leiche der Theodosia Wassiljewa gefundenen, nur an „einigen Stellen verzehrten oder verbrannten Kleidern, nach der mehr

„oder minder grossen Wundbrennung des ganzen Körpers, den behaar-„ten Theil des Kopfes, die Afteröffnung, die Geschlechtstheile und „Fusssohlen ausgenommen, schliessen kann, dass der Tod durch die „erwähnte Wundbrennung verursacht sei, so war es dennoch bei aller „Sorgfalt der Untersuchung, vor und während der Inspection des „Cadavers und bei der Erwägung aller erörterten Umstände völlig „unmöglich aufzufinden, wann und wie die Verzehrung oder Ver-„brennung den auf der Verstorbenen befindlich gewesenen Kleidern „vom Feuer mitgetheilt wurde, und daher: das hohe Alter der Ver-„storbenen, ihre Fettheit, ihren fast ununterbrochenen, manchmal so-„gar übermässigen Gebranch spirituöser Getränke, den gelblich brau-„nen, theils fettartigen Russ am Cadaver und zweien Stellen des „Ofens, die ungleichmässige, zugleich unvollkommene Verbrennung „der auf der Verstorbenen befindlich gewesenen Kleiderstücke, die „unzweifelhaften Spuren von Brandwunden selbst an solchen Körper-„stellen, an welchen die Kleider unverletzt geblieben sind (was be-„sonders an den Unterschenkeln bemerkenswerth ist, an denen die „Strümpfe unverletzt geblieben und nur von gelblichem Russ durch-„drungen waren); die Art und Eigenschaft der Wundbrennung, „die Unverletztheit der Tapeten an dem Wandtheile, an welchen sich „die Füsse stützten, und die Unverletztheit der an der Wand hängen-„den Kleidungsstücke; die sehr unbedeutende und umschriebene Ein-„wirkung des Feuers auf die Bretter des Fussbodens, die Abwesen-„heit der mindesten Spuren von Feuer, welcher Art es auch sein mag, „in der ganzen Wohnung, besonders aber die vollkommene Abwesen-„heit des beim gewöhnlichen Brennen immer stattfindenen empyreu-„matisch-rauchigen Geruches, — dieses Alles erwägend, kann man, „wenn auch nicht positiv, doch wenigstens mit Wahrscheinlichkeit fol-„gern, dass in diesem Falle die Ursache des Todes in der im Körper „der Theodosia Wassiljewa entstandenen Selbstentzündung (combustio „humana spontanea) zu suchen ist. Diese Annahme wird dann nicht „nur wahrscheinlicher werden, sondern auch als eine positiv wahre zu „betrachten sein, wenn es aus den spätern ausführlichern Polizeiunter-„suchungen aller Umstände sich nicht ergeben wird, dass die Ver-„storbene auf irgend eine Weise ihre Kleider durch gewöhnliche „Wirkung des Feuers angezündet hat."

Aus der den 4. December um 11 Morgens von mir gemachten Autopsie ergab sich Folgendes:

A) Aeussere Inspection des Cadavers.

Die Verstorbene ist 81 Jahre alt, mittleren Wuchses und Körperbaues. Die Kopfhaare sind grau, um die Schläfen in zwei Zöpfe zusammengeflochten, das Gesicht blauroth, stark aufgedunsen, die Augenlieder geschwollen, die Nase platt gedrückt, die Lippen auch stark aufgedunsen, der Mund halb offen, die Zunge etwas hervorgestreckt, blau gefärbt und stark geschwollen; aus der Nase, dem Munde, den Augen und den Ohren fliesst eine röthliche eiterartige Flüssigkeit, welche stellenweise schon etwas ausgetrocknet ist. Der Hals ist stark geschwollen und blau gefärbt, die Epidermis lässt sich hier sehr leicht ablösen. Auf der vordern Brustfläche bieten sich stellenweise bald blaurothe Leichenflecken, bald ein schwarzer russartiger Anflug dar; auf dem linken oberen Brusttheile sind die Hautdecken völlig verkohlt, weite Risse darbietend, welche die unter der Haut liegende Schichte von Fett- und Zellgewebe blossgelegt lassen. Die linke Brust (Mamma), die ganze linke Seite, wie der linke Rückentheil stellen eine der beschriebenen ähnliche Verkohlung dar. Auch an der linken Achselgrube sind die Hautdecken verkohlt, zerrissen und die Unterhautzellgewebsschichte blossgelegt. Fast im ganzen Verlaufe des linken Arms ist Verkohlung zu sehen; stellenweise ist die Haut mit einem schwarzen Anfluge bedeckt, wobei die Oberhaut, besonders auf der Volarfläche der Hand, leicht ablöslich ist. Am rechten Arm betrifft die Verkohlung und Zerreissung der Hautdecken nur den obern vordern und innern Theil. Die innere Seite des Vorderarms bietet nur oberflächliche Verkohlung mit Ablösung der Epidermis dar, die rechte Hand ist leicht geröthet und geschwollen; die Finger sind hier leicht beweglich, während sie an der linken Hand geschwärzt und stark contrahirt sind. Der Bauch ist angeschwollen, in Folge der vorgeschrittenen Zersetzung, mit grünen Flecken, besonders an den Seiten, bedeckt, während am obern Theile die Hautdecken geröthet, wie mit ölartiger Flüssigkeit belegt sind; die Epidermis ist sehr leicht ablöslich. Zwei Zoll über dem Nabel ist ein dunkelbrauner, einen Querfinger breiter Streif bemerkbar, welcher rechts bis zur Hüftbeingegend und links fast ununterbrochen bis zur Wirbelsäule reicht. Die Lendengegend ist nur nach oben zum Theil geröthet und mit schwärzlichem Anfluge bedeckt. Die linke Hinderbacke blauroth und geschwollen; die rechte Hinterbacke stark geröthet und mit sehr leicht ablöslicher Epidermis bedeckt. Um die Geschlechtstheile herum ist eine stellenweise Röthung

der Hautdecken mit Blasenbildung und Ablösung der Epidermis zu sehen. Die beiden untern Extremitäten sind stark geröthet, stellenweise mit grossen Blasen besetzt, die eine wenig dichte röthliche Flüssigkeit durchsickern lassen. Die rechte untere Extremität ist in ihrer obern Hälfte wie mit Russ belegt; ein Theil der Haare am Schamberge ist, besonders auf der linken Seite, versengt. Auf den Sohlen beider Füsse ist, ausser unbedeutenden Leichenflecken, nichts Besonderes zu bemerken.

B) Innere Inspection des Cadavers.

1) Beim Ablösen der Hautdecken des Kopfes, wurde an der linken Schläfe ein unbedeutender Verlust der Oberhaut und der an diesem Theile befindlichen Haare bemerkt. Alle den Schädel bedeckenden Weichtheile sind mit röthlicher Flüssigkeit durchtränkt; die Gefässe der harten und weichen Hirnhaut mit Blut überfüllt (hyperämirt), die Hirnsubstanz erweicht und an der Oberfläche, in Folge von Zersetzung, grünlich gefärbt. Die Substanz des kleinen Gehirns ist noch mehr erweicht, als die des grossen.

2) Die Zunge stark geschwollen, mit röthlicher Flüssigkeit durchtränkt; am Schlunde und an der Speiseröhre eine unbedeutende Röthung und Anschwellung der Schleimhaut bemerkbar. Die Luftröhre und ihre Theilungen bieten an ihrer innern Fläche eine bis zu den kleinsten Bronchialverästelungen ununterbrochen gehende blaurothe Färbung dar.

3) Die Lungen sind zusammengefallen, an der Oberfläche etwas emphysematös und an den hintern Lappen mit flüssigem, dunklem Blute gefüllt; besonders ist dies an der rechten Lunge, welche auch im obern Theile ödematös ist, deutlich ausgeprägt.

4) Das Herz stellt eine im höchsten Grade entwickelte Fettentartung, Welkheit und Verdünnung der Wände dar. Beide Herzkammern sind völlig leer; an den halbmondförmigen Klappen der Aorta, wie an der innern Fläche der letztern selbst, sind atheromatöse- und Kalk-Ablagerungen bemerkbar.

5) Die Leber ist im Umfange verkleinert, welk, körnig; weder in den grossen, noch in den kleinen Gefässen derselben war eine Blutüberfüllung zu bemerken; die Gallenblase war zusammengefallen und fast leer.

6) Die Milz klein, welk und etwas hyperämisch.

7) Die Nieren granulirt und atrophisch. Die Harnblase fast leer.

8) Die innern Geschlechtstheile waren auch atrophisch; in den Eierstöcken befanden sich einige Cysten.

9) Der Magen und die Därme von Gasen ausgedehnt, nach Schwefelwasserstoff oder Schwefelammonium riechend, in Folge der Zersetzung der im Magen enthaltenen Speisereste und des bräunlich aussehenden, von dunkler Galle gefärbten Darminhalts. Ausser den Leichenfärbungen, stellenweiser hellrother Ueberfüllung der Gefässe und cadaveröser Erweichung, wurde an der innern Fläche des Magens und der Darmwindungen nichts Besonderes bemerkt.

10) Die Hüllen des Rückenmarks hyperämisch, die Substanz desselben erweicht.

11) Beim Aufschneiden der wundgebrannten Stellen am Rumpfe und an den obern Extremitäten, zeigten sich die darunter liegenden Muskeln von rosenrothem Aussehen; aus den Schnittstellen floss eine röthliche Flüssigkeit. An den, den rothen Flecken entsprechenden Stellen der untern Extremitäten sind in das Unterhautzellgewebe und in die Zwischenräume der Muskeln erfolgte wässerig-blutige Ergiessungen zu sehen.

Meines Erachtens ist für eine competente Schlussfolgerung in diesem und ihm ähnlichen Fällen unumgänglich nöthig, folgende Punkte zu erwägen.

I. Die historisch-kritische Bedeutung des bei der Selbstverbrennung stattfindenden Vorganges: d. h., beweist denn die Geschichte wirklich, dass in allen hierher gehörigeu Fällen Zutrauen verdienende Augenzeugen waren? War die Beschreibung der Begebenheit (relatio medico-legalis) in allen diesen Fällen befriedigend (d. h. nach den Regeln der Heilkunde und der medizinischen Logik) abgefasst, und existirte denn wirklich eine directe Verbindung zwischen der Ursache der vorausgesetzten Erscheinungen und den darausgezogenen Folgerungen?

II. Lässt sich die Selbstverbrennung dem jetzigen Standpunkte der Naturwissenschaften gemäss erklären, und welche Theorien oder Hypothesen werden von verschiedenen Autoren zur Erklärung dieses Vorganges herbeigezogen?

III. Vorausgesetzt, dass nach den bisher bekannten Daten der Naturwissenschaften die Selbstverbrennung sich nicht erklären lässt, so fragt es sich: was eigentlich dabei unbedingt erforderlich wäre, um denjenigen Fällen, welche in Zukunft als spontane Verbrennung an-

gesehen werden könnten, wenigstens eine grössere Ausführlichkeit und Genauigkeit zu verschaffen?

I.

Bei der Betrachtung von mehr als fünfzig Fällen sogenannter Selbstverbrennung des menschlichen Körpers *) bemerken wir, dass nur in einzelnen, sehr wenigen Fällen Augenzeugen (und zwar nicht der Begebenheit selbst, wohl aber nur ihrer Folgen) Aerzte oder wenigstens sachkundige Leute waren. Ebers ist der einzige, der einen Flammenausbruch aus dem Munde eines Trinkers selbst gesehen zu haben angiebt; Ebers war aber damals nur 17 Jahre alt. In allen übrigen Fällen beobachteten die Aerzte nur die Folgen der Einwirkung von Feuer, und man nahm in allen diesen Fällen nur darum die Selbstverbrennung an, weil entweder an dem Platze, wo sich die Begebenheit zutrug, kein Brennmaterial zu finden war, oder weil man nach Kennzeichen schliessen wollte, welche die Selbstverbrennung von der gewöhnlichen unterscheiden sollten.

Nun fragt es sich aber, ob die Abwesenheit von Brennmaterial nach vollendeter Verbrennung als Beweis dienen könnte, dass auch vor dem Anfange derselben solches Material nicht hier war? Konnte vielmehr letzteres nicht mit den Körpertheilen und Kleidern zusammen verbrannt sein? Und beweisen denn die von Dupuytren **) und Breschet ***) an Leichen gemachten Versuche der Verbrennung des menschlichen Körpers andererseits nicht, dass die dabei stattfindenden Erscheinungen sich von denjenigen nicht im Geringsten unterscheiden, welche man der Selbstverbrennung zuzuschreiben pflegt; und spricht

---

*) Vergleiche Fodéré: Traité de médecine légale. V. III. — Lair, P. A.: Essai sur les combustions humaines spontanées, produites par un long abus de liqueurs spiritueuses. Paris, an VIII (1798). In's Deutsche übersetzt von Ritter. Hamburg, 1801. — Marc: Dictionnaire des sciences médicales, art. Combustion humaine spontanée. — Devergie: Méd. légale. 1840. Vol. II. p. 342. — Hergt: Ueber die Selbstverbrennung des menschlichen Körpers, in Schneider's und Schürmayer's Annalen der Staatsarzneikunde. Bd. II., Heft 2, 1837. — B. Frank: De combustione spontanea humani corporis. Commentatio praemio ornata. Goeting. 1841. Encyclopädisches Wörterbuch 1843. — Beck: Elements of medical Jurisprudence. 7. edit., 1842, p. 515, nnd mehrere in verschiedenen Encyclopädien und Zeitschriften zerstreute Artikel. Es sind bis jetzt ungefähr 55 Fälle beschrieben.

**) Gazette des Hôpitaux, Février 1830, Nr. 97.

***) Nouveau dictionnaire de médecine, art. Combustion humaine spontanée.

der unlängst von Bischoff*) gemachte Versuch nicht dafür, dass dasselbe auch in Betreff der Kleider wahr sei? Man sagt, die spontane Verbrennung gehe viel schneller vor sich, als die gewöhnliche. Wo ist aber Derjenige, welcher ersterer mit der Uhr in der Hand ruhig zusah, und wer hat den Einfluss verschiedener Umstände auf die Dauer der letzteren mit mathematischer Genauigkeit bestimmt? Dupuytren und Breschet bemerkten, dass die Leichen abgemagerter Subjekte viel langsamer brennen, als die der fetten, und dass für erstere mehr Brennmaterial als für letztere erforderlich sei. Kann man denn aber aus diesen Experimenten mit Dupuytren den Schluss ziehen, dass nur fette Personen der Einwirkung des Feuers unterliegen? Diese Meinung kann schon aus dem Grunde nicht zugelassen werden, da man auch sehr abgemagerte Personen verbrannt gefunden hat.

Was die übrigen Erscheinungen betrifft, welche der spontanen Verbrennung ausschliesslich zukommen sollen (wohin eine eigenthümliche blaue Flamme, über deren Entstehen auch eine nicht geringe Zahl von Hypothesen herrscht, ein besonderer Geruch, ein eigenthümlicher Russ, besondere Feuchtigkeit u. s. w. gehören), so werden alle diese ausserordentlichen Begleiter der spontanen Entzündung und Verbrennung durch Bischoff's gewissenhaften Versuch von selbst vernichtet: Bischoff fand nämlich alle diese Erscheinungen bei der Verbrennung einer Leiche.

Möchten die Anhänger der Selbstverbrennung nur mehr Versuche anstellen, ohne, wie Doctor Graff, sich dabei von vorgefassten Urtheilen leiten zu lassen. Die Wissenschaft würde dadurch mehr gewinnen, als durch alle Hypothesen und Voraussetzungen besonderer, der gewöhnlichen Lage der Dinge fremd bleibender Ursachen. Wir sehen also nun, dass, von historisch-kritischem Gesichtspunkte aus betrachtet, die Möglichkeit der spontanen Verbrennung im grössten Theil der Fälle keineswegs von authentischen Augenzeugen bewährt worden ist; dass bisher gegebenen Beschreibungen solcher Fälle keine direkte Verbindung der (vermeintlichen) Ursache und deren der Beobachtung unterliegenden Wirkung oder Folge gefunden werden kann, und man darf daher in solchen, ohne medizinische Logik und ohne alle Beobachtung der Regeln der gerichtlichen Medizin gemach-

---

*) Bischoff, in Henke's Zeitschrift, 1850, 3 Vierteljahrsheft. Er bemerkte bei der Verbrennung einer Leiche, dass die Kleider an manchen Stellen unverletzt blieben, obgleich die anliegenden Weichtheile verkohlt waren.

ten Beschreibungen keinen Beweis für die Möglichkeit der Selbstverbrennung suchen.

II.

Bei der Betrachtung der Frage, ob die Selbstverbrennung nach den gegenwärtigen Daten der Naturwissenschaften, besonders der Physik und Chemie erklärt werden kann, werden wir nicht etwa auf die Brennbarkeit des menschlichen Körpers, da nach den gemachten Versuchen es keinem Zweifel mehr unterliegt, dass derselbe, ungeachtet seines Wassergehaltes von circa 75 Procent, brennen kann, sondern vielmehr auf dessen spontane Entzündung unsere Aufmerksamkeit lenken. Der Inhalt von Fett hat auf die Selbstentzündung nicht den geringsten Einfluss; dieser Stoff ist sogar so lange nicht brennbar, als er von der grossen, im Körper enthaltenen Wassermenge nicht geschieden ist.

Nach der Verdunstung des Wassers wird der Körper überhaupt brennfähig, wie jeder andere aus ähnlichen Elementen bestehende Stoff, und es kann die Gegenwart von Fett eine grössere Feuerentwicklung nur erst nach der Verdunstung des Wassers befördern.*) Das Vorhandensein von Alkohol im Körper (nach Lair's und Devergie's Theorie) ist noch mit Gewissheit nicht nachgewiesen;**) andererseits wissen wir aber, dass derselbe, in den Körper eingeführt, eine Oxydation erleidet, Anfangs in Aldehyd und später in Essigsäure übergehend, und dass nur eine unbedeutende Quantität desselben sich aus dem Organismus mit dem Harn und der Lungenathmung ausscheidet.***) Wie aber der Alkohol, seine Gegenwart

---

*) Dasselbe wäre auch von jener Theorie zu bemerken, nach welcher die Selbstverbrennung von der Gegenwart eines eigenthümlichen Oeles im Blute der Trinker abhängen sollte.

**) Cuvier, Duméril, Breschet, Devergie fanden Spiritusgeruch in Leichnamen von Trinkern. Metzger hingegen gelang dieses niemals. Bei der häufigen Untersuchung von Trinkerleichen fand ich niemals Spiritusgeruch irgendwo anders, als im Magen, niemals im Blute, in den Muskeln und der serösen Hirnhöhlenflüssigkeit. Aber auch der Magen selbst lässt am häufigsten einen sauren, der Essigsäure am nächsten kommenden Geruch verspüren.

***) Percy fand Spuren von Alkohol im Gehirn der Hunde, denen er Weingeistgetränke in grösseren Gaben verabreichte, was aber Pommer und Andere, unter denselben Bedingungen, nicht bemerkten. Bouchardat und Sandras fanden Alkohol nur in der Lungenausdünstung, und Buchheim fand denselben noch ausserdem im Harn.

im Körper auch vorausgesetzt, die Selbstverbrennung des letztern befördern könne, ist noch immer unerklärt geblieben.*)

Angenommen auch, dass die mit Spiritusdämpfen geschwängerte Luft entzündlich ist, was den directen Versuchen Merk's und Bischoff's widerspricht,**) so muss doch immer die Gegenwart von äusserem Feuer zugelassen werden, um die Spiritusdämpfe anzuzünden. Nach Bischoff's an einem Hunde angestellten Versuchen, welchem er in die Schenkelvene Aether einspritzte, entzündeten sich während der Exspiration die in der ausgeathmeten Luft enthaltenen Aetherdämpfe unter Flammenbildung, wenn man einen brennenden Fidibus an die Nase des Hundes brachte; die Flamme lischt aber bei der Inspiration gleich aus, und kommt bei der Exspiration wieder zum Vorschein, lischt wieder aus, u. s. f. Aehnliche Versuche, die ich mit Aether angestellt, hatten dieselben Erfolge; mit Aethyl- und Methyl-Alkohol angestellte gaben jedoch immer negative Resultat.

Nach meinen Versuchen entzündete sich der, in die Mundhöhle eines Kaninchens und die eines Hundes eingegossene Kakodyl (2 (C^2 H^3) As), spontan bei der Exspiration, wo durch eine Brennwunde in der Mundhöhle verursacht und um die letztere herum das Haar versengt wurde.

Ein Stück Potassium, in die Mundhöhle eines Hundes gebracht, erzeugte bei der Exspiration eine bedeuteude Flamme, welche aber nur auf die oberflächliche Versengung des Haares um den Mund und Wundbrennung der Mundhöhle sich beschränkte; das Thier befand sich bald wieder ganz wohl. Einem andern Hunde habe ich durch ein Magenfistel, vermittelst eines Glasröhrchens, in den Magen

---

*) Julia Fontenelle tauchte Fleischstücke in Weingeist, Aether, Terpenthinöl, liess sie darin ziemlich lange liegen, und als er dieselben einem brennenden Lichte nahe brachte, so brannten sie nur so lange, wie der in ihnen enthaltene Alkohol etc. zur Unterhaltung des Brennens hinreichte; nachher aber wurden diese Stücke nur leicht verkohlt oder in eine Art hornigen Stoffes verwandelt. (Recherches chimiques et médicales sur les combustions humaines spontanées. Revue médicale, Juin 1828.)

**) Auf solche Fälle, wie z. B. der von Schmidtmüller (Henke's Zeitschrift 22 Jahrgang, Heft 5) mitgetheilte, sich berufend, behauptet Dünnhaupt (De incendio et combust. corporis humani. Götting, 1840) und Andere, dass die Selbstverbrennung durch den aus dem Magen aufsteigenden Dunst des Weingeistes vermittelt werde, indem er sich mit der aus den Lungen ausgeathmeten Luft zu einer leichtentzündlichen Luftart vereinige.

ein Stück Natrium eingeführt; es zeigte sich aus der Fistel schnell ein Feuerstrom, aber der Hund war bald darauf völlig gesund. 1 Gramm Phosphorcalcium, in die Mundhöhle eines Hundes eingeführt, erzeugte unmittelbar eine starke Flamme in Folge des dabei freigewordenen an der Luft entzündlichen Phosphorwasserstoffgases; das Haar um den Mund herum war etwas versengt. Nach Verlauf von 5 Minuten erfolgte Erbrechen, welches sich während einer Stunde sieben Mal wiederholte. Das Thier genass bald darauf. Aus allen diesen Versuchen schliesse ich, dass, wenn man auch die spontane Entstehung von Feuer im Körper annehmen will, so wird dadurch noch keineswegs der Körper brennbarer und er kann nur dann der zerstörenden Einwirkung des Feuers unterliegen, wenn letzteres vermittelst irgend eines brennbaren Stoffes (wie z. B. vermittelst der Kleider), an der Oberfläche des Körpers, während eines ziemlich bedeutenden Zeitraums, zurückgehalten wird. Es werden also alle Abstufungen von Brennwunden durch die grössere oder kleinere Ausdehnung des Feuers, durch die grössere oder geringere Dauer seiner Einwirkung bedingt.

Ist man denn aber wirklich berechtigt, im Organismus das Vorkommen solcher Körper, wie Kakodyl, Phosphorcalcium, Potassium und Natrium anzunehmen? Gewiss nicht. Dennoch aber bestrebten sich die Verfechter der Theorie der Selbstentzündung etwas Aehnliches aufzustellen. So glaubten sie, die Selbstverbrennung des menschlichen Körpers durch die Entwickelung brennbarer Gase erklären zu können, sich z. B. auf die Beobachtung eines Neufchateller Fleischers berufend, welcher (1751) aus dem Bauche eines von ihm erlegten Ochsen ein brennendes Gas heftig herausstürzen sah, welches sich bei Annäherung eines brennenden Lichtes entzündete und mit einer 5 Fuss hohen Flamme brannte; auf eine ähnliche Beobachtung Morton's an einem todten Schweine und eine solche von Ruysch und Bailly an Menschenleichen. — Die Entwickelung solcher brennfähiger Gase ist aber nur an todten Thieren und Leichen beobachtet worden, und ausserdem entzündeten sich diese Gase erst dann, als sie durch einen in der Haut und im Zellgewebe gemachten Schnitt nach Aussen drangen. Und nun bleibt noch die Frage: warum ist kein einziger Fall spontaner Verbrennung von Thieren bekannt? Als Grund gibt man an, dass Thiere keine spirituöse Getränke gebrauchen. Man vergisst aber dabei, dass hier schon nicht von solchen Getränken, vielmehr aber von der Entwickelung eigenthümlich beschaffener entzündlicher Gase die Rede ist. Und wie räthselhaft sind noch diese

Gase selbst? Einige Autoren, wie z. B. Marc, Mitchill, Kopp u. A. behaupten, das diese Gase Wasserstoff enthalten; Andere, wie Apjohn,*) Averardi**) Henle***), nehmen an, dass dieses ein, bekanntlich an der Luft spontan entzündliches, Phosphorwasserstoffgas wäre. Nasse u. Treviranus schreiben die spontane Entzündung in diesen Fällen dem, aus dem Körper sich ausscheidenden Phosphor zu, welcher sich der mit Spiritusdämpfen geschwängerten Luft beimischt. †) Wer hat aber das Vorhandensein dieser Gase im menschlichen Körper nachgewiesen und wem sind die giftigen Eigenschaften derselben nicht bekannt? ††) Ausserdem ist noch nicht ede Verbindung von Phosphor und Wasserstoff spontan entzündlich, und auch diejenige, welche diese Eigenschaft besitzt, büsst dieselbe ein, wenn sie mit Gyps, Papier, Holzkohle, Terpenthinöl u. s. w. in Berührung kommt. †††)

Einige Autoren sehen die Electricität als Urasche der spontanen Entzündung an. Hieher z. B. gehören: Maffei, Lecat,

---

*) Cyclopedia of Practical Medicine, art. spontaneous combustion.

**) Froriep's Notizen, Bd. VII, S. 54.

***) Handbuch der rationellen Pathologie, 2. Bd., I. Abth., S. 190

†) Horn's Archiv 1817, Juli, August, S. 107.

††) Einem grossen, gesunden, starken Hunde verabreichte ich ein in Brod und Papier eingehülltes Gramm Phorphorcalcium, das bekanntlich, mit Wasser in Berührung gebracht, Phosphorwasserstoff erzeugt. Nach Verlauf von 7 Minuten erfolgte ein anhaltendes Erbrechen, der Brodbissen wurde beim zweiten Brechanfalle mit dem Papiere und dem grössten Theile des unzersetzt gebliebenen Phosphorcalcium ausgestossen. Demungeachtet dauerte das Erbrechen noch lange fort.

†††) Die genauesten Kenntnisse der Verbindungen des Phosphors mit Wasserstoff haben wir Paul Thénard zu verdanken:

Kocht man Phosphorstückchen in einer gesättigten Lösung von Aetzkali, so scheidet sich dabei ein, an der Luft mit heller Flamme entzündliches Gas aus, welches bei ruhigem Zustande der Luft einen Ring weissen Rauches bildet, der sich im Aufsteigen allmälig verliert. Dieses heisst auch das entzündliche Phosphorwasserstoffgas, und stellt eine Mischung von Wasserstoff und zweien Verbindungen desselben mit Phosphor dar. Die eine der letzteren ($P\,H^3$) bildet den grösseren Theil der Mischung; die andere hingegen ($P\,H^2$) nur einen unbedeutenden Theil derselben, und diese letztere ist es, welche sich in Berührung mit Luft entzündet. Um sich mit Gewissheit zu überzeugen, dass das, nach der eben beschriebenen Methode bereitete Gas eine Mischung dreier Gasarten sei, genügt es schon, dasselbe durch ein stark abgekühltes Rohr zu leiten; es setzt sich dann an den Wänden des Rohres eine Flüssigkeit ab, welche sich an der Luft spontan entzündet, während das durch das Rohr gehende Gas

Kopp. etc. Auch ist noch der unlängst aufgetretene neue Vertheidiger der Selbstverbrennung, Dr. Strubel zu rechnen, welcher unter der Anweisung von Wilbrand, Professor der gerichtlichen Medizin zu Giessen, über diesen Gegenstand eine ganze Abhandlung geschrieben hat. Alle diese Autoren sprechen von Electricität mit absoluter Unkenntniss der Gesetze ihrer Erzeugung und Anhäufung, der Bedingungen der Funkenbildung und der chemischen Wirkungen. Als Hauptstütze dieser Theorie dient die allbekannte Erscheinung, dass beim Kämmen der Haare sich Electricität entwickelt. Sind aber die dabei entstehenden Funken im Stande, den Körper zu entzünden? Einige Autoren (wie z. B. Kopp, Lecat u. A.) erkennen die Electricität allein für ungenügend, um Brennen zu erzeugen, und lassen daher auch die Theilnahme der Gase, des Alkohols, des Fetts, mit einem Worte aller derjenigen Ursachen zu, welche wir schon früher auseinandergesetzt und deren Unhaltbarkeit für die Fälle ihrer Gesammt-, wie ihrer Einzeln-Wirkung, bewiesen haben. Strubel ist der einzige, welcher der electrischen Theorie am strengsten treu bleibt; er wurde aber auch von Liebig's Feder nicht geschont. Noch selt-

---

diese Eigenschaft einbüsst. Bringt man aber dieses letztere mit einer Lösung von Kupfervitriol in Berührung, so nimmt dessen Raumumfang bedeutend ab. Es bleibt dann Wasserstoff zurück; der von der Kupfervitriollösung aufgenommene Theil ist ein nicht entzündlicher Phosphorwasserstoff (PH^3); die durch die Abkühlung verdichtete Flüssigkeit ist entzündlicher Phosphorwasserstoff (PH^2). Letzterer Bestandtheil ist ein sehr unbeständiger Körper. Es bedarf nur einer etwas längeren Einwirkung des Lichtes, um ihn in PH^3 und P^2H zu zersetzen, welcher letztere im festen Zustande erscheint:

$$5\,PH^2 = P^2H + 3\,PH^3.$$

Es erklärt sich dadurch, warum das entzündliche PH^2 diese Eigenschaft einbüsst, wenn es der Einwirkung des Lichtes ausgesetzt wird, und zwar findet diese Veränderung in der Entzündlichkeit augenblicklich statt, wenn darauf die Sonnenstrahlen unmittelbar einwirken. Es erscheint dann an den Gefässwänden ein gelber Absatz, welcher nichts anders als fester P^2H ist. Der gewöhnlich so genannte Phosphorwasserstoff, d. h. die Mischung dreier Gasarten, verliert seine Eigenschaft, sich spontan zu entzünden, wenn irgend eine Ursache den in ihm enthaltenen flüssigen PH^2 zersetzt, bekommt aber diese Eigenschaft wieder, wenn er mit einem Körper in Berührung gebracht wird, der seinen flüssigen Bestandtheil (PH^2) wieder herzustellen im Stande ist. So z. B. kann ihm jeder obenerwähnte Körper (Terpenthinöl, Holzkohle etc.) die spontane Entzündlichkeit nehmen, während Stickstoffoxyd ihm dieselbe wiedergiebt.

Man muss also, bei der Betrachtung der Entzündlichkeit des Phosphorwasserstoffs, immer drei Verbindungen im Auge behalten:

1) P^2H feste Verbindung.
2) PH^2 flüssige —
3) PH^3 gasartige —

samer scheint die Annahme einiger Autoren (wie Marc, Kopp, Lecat), welche in letzterer Zeit auch Tardieu äusserte, dass man die spontane Verbrennung des menschlichen Körpers in der Art erklären könne, wie die allbekannte Selbstentzündung der anorganischen und organischen Körper auf und unter der Erdoberfläche vor sich geht. Chevallier hat in seinen vortrefflichen Aufsätzen: „Sur les incendies et inflammations spontanées *) eine Menge interessanter Beispiele gesammelt über spontane Entzündung verschiedener poröser Körper, wie Baumwolle, Hanf, Flachs, Flockwolle, Heu, Stroh, Russ, Matten, Stein-, Holz-Kohle u. s. w. **). Allen ist die spontane Entzündung der Misthaufen, bei in ihnen stark vor sich gehender Zersetzung der Pflanzen- und Thiersubstanzen, bekannt. Wer weiss es nicht, dass die obenerwähnten Körper besonders dann spontan entzündlich werden, nicht nur wenn sie mit fetten, an der Luft austrocknenden Oelen (wie z. B. Lein-, Hanf-, Rüb- und Senf-Oel) durchtränkt oder übergossen werden, sondern auch wenn sie mit andern, an der

---

*) Annales d'hygiène publique et de médecine légale, T. XXV, 1841, p. 309 und T. XXIX, 1843, p. 99.

**) Ausserdem hat Chevallier alle bekannten Fälle von Selbstentzündung durch Reibung, Einwirkung der Sonnenstrahlen etc. beschrieben.

Bartholdi (Annales de chimie, T. XLVIII, der die spontanen Entzündungen umständlich untersuchte, giebt für dieselben folgende Ursachen an:

1. Sie entstanden bei hoher, durch Reibung erzeugter Temperatur (Brände ganzer Wälder erzeugt durch Reiben der Bäume, während einer schwülen Zeit).

2) Durch die Wirkung der unter Concentration der Lichtstrahlen entstehenden Wärme.

3) Durch Wärmeentwickelung unter besondern Bedingungen, in denen sich die unbrennbaren Stoffe bei ihrer Berührung mit brennbaren befinden; die dabei freiwerdende Wärme kann letztere entzünden, z. B. die Entzündungsfälle durch ungelöschten Kalk.

4) Durch die in den, in grossen Massen angehäuften, Pflanzen- und Thierstoffen sich entwickelnde Gährung (die Entflammung der Misthaufen, des feuchten Hafers etc.).

5) Durch bedeutende Anhäufung von Wolle, Baumwolle und anderen, mit verschiedenen Fetten durchtränkten, pflanzlichen oder thierischen Substanzen.

6) Durch Braten oder Rösten verschiedener Stoffe.

7) Durch die Wirkung der, in Berührung mit brennbaren Stoffen, spontan entzündlichen Gase."

Zu den, spontane Entzündungen hervorbringenden Stoffen dürften auch die Pyrophore gezählt werden, d. h. solche Körper, welche in Berührung mit der Luft sich entzünden. Es sind Pyrophore von verschiedener Zusammensetzung bekannt. Als der

Luft schwer trocknenden (wie z. B. Baum-, Mandel-Oel u. s. w.) zusammenkommen? Und dennoch wird es kaum Jemanden einfallen, diesen Vorgang mit der Selbstentzündung des menschlichen Körpers zu vergleichen. Es ist bekannt, dass bei der chemischen Verbindung und Zersetzung verschiedener Körper sich manchmal so viel Wärme entwickelt, dass leichtbrennbare Körper sich dabei entzünden können. So z. B. bemerkt man Flammenbildung bei der Mischung aetherischer Oele mit concentrirter Schwefel- oder Salpeter-Säure; wirft man ein Stückchen Potassium in Wasser, so verbindet es sich mit dem Sauerstoff des Wassers unter einer solchen Wärmeentwickelung, welche den dabei freiwerdenden Wasserstoff entzünden kann. Andererseits kann die bei der Verdichtung des Sauerstoffs vermittelst irgend eines Körpers, freiwerdende Wärme einen leichtbrennenden Körper entzünden. Beispiele davon sehen wir im Schwammplatin, welches in dem allbekannten Wasserstoffzunder seine practische Anwendung findet. Nach diesem allem ist es ein Wunder, dass es den Vertheidigern der Selbstverbrennung noch nicht eingefallen ist, den lebenden

---

beste aber darf der nach Gay-Lussac's Methode bereitete betrachtet werden, wenn man in einem verschlossenen Gefässe eine Mischung von 27,3 Gramm schwefelsauren Kali's oder Natron's mit 15 Gramm fein pulverisirter Kohle durchglühen lässt. Dieser Pyrophor ist in trockener Luft entzündlich, und hat darum vor den frühern (Homberg, Ure) den Vorzug, dass er sehr fein zerrieben ist und keine unwirksame erdige Theile, wahrscheinlich auch weniger Schwefel und einen Ueberschuss von Kohle enthält.

In Frankreich wurden noch im Anfange des vorigen Jahrhunderts Fälle von Selbstentzündung verschiedener Gegenstände untersucht. Es sind die in diesem Lande damals gemachten Beobachtungen von Lancy (1713), Geoffroy Cadet (1726), Rouille (1747), Frisi (1754), Abbé Follé (1759) und im jetzigen Jahrhundert, ausser denen von Bartholdi, die Beobachtungen von Véron, Pelletier, Charpentier, Robin, Janvier, Cadet de Vaux, Parisot, Le Févre u. a. bekannt. Solche Beobachtungen sind auch in Deutschland, Belgien, England etc. gesammelt worden.

In Russland trugen sich am Ende des vorigen Jahrhunderts zwei Feuersbrunstfälle der Art zu, und zwar entzündete sich im Jahre 1781 in Kronstadt eine Fregatte durch eine, zur Bestreichung des Schiffes bestimmte Mischung von holländischem Schwarz mit Hanföl. Im Jahre 1780 verbrannten bei uns ganze Hanfmagazine. Die hiesigen alten Einwohner erinnern sich, dass vor 50 Jahren die Strasse Gontscharnaja fast ganz von einer Feuersbrunst verzehrt wurde, welche durch die spontane Entzündung mit Oel durchfeuchteter, von der Börse hingebrachter Matten entstand. Vor ungefähr 20 Jahren wurde eine bedeutende Ladung Baumwolle, welche nach Odessa auf einem aus Egypten gekommenen Schiffe transportirt wurde, ein Raub der Flammen. Die Baumolle war während der Ueberfahrt von, aus einem geplatzten Fasse ausgeflossenem, Oel durchfeuchtet.

Organismus mit einem Potassiumstückchen oder mit Schwammplatin zu vergleichen!

Ausser den bisher angeführten Theorien erinnern wir noch schliesslich an die, welche sich auf eine pathologische Störung berufen, welche aber Niemand im Stande ist, weder zu begreifen, noch zu beschreiben; so z. B. schlug Julia Fontenelle, nachdem er gegen alle physikalisch-chemischen Hypothesen über die Selbstverbrennung Misstrauen geäussert hat, seine eigene Ansicht vom Wesen dieses räthselhaften Vorganges vor. Er suchte die Ursache der Selbstverbrennung in einer inneren, vom Einflusse der äusseren Agentien gänzlich unabhängigen, von gewissen Entartungen der Muskeln, Sehnen, Eingeweide etc. abhängigen Zersetzung, und bindet die Verbrennung an die Entzündung des Wasserstoffs, des Arsens, des Antimoniums in Chlor.

Ist es nicht einleuchtend, dass alle diese durch Nichts bewiesenen Voraussetzungen ebenso wenig zu etwas führen, als die gemischten zusammengesetzten Theorien? So z. B. setzt der New-York'sche Professor Beck, Verfasser des bekannten Werkes „Elements of medical Jurisprudence," seine Theorie aus der Ansicht Julia Fontenelle's und der Apjohn's (von der Theilnahme des Phosphorwasserstoff's an der Entzündung) zusammen.*) Hünefeld meint: **) „die Selbstverbrennung sei das Produkt eines plötzlichen Uebertritt's jener, von dem Lebensprozess gebundenen Potenzen: Licht, Wärme und Elec-

*) Dupuytren's Zweifel will Beck durchaus nicht gefallen; unter Anderem sagt er Folgendes: „Dupuytren gehört zu den grössten Gegnern der Selbstverbrennung. Er versichert, dass er oft im Secirsaale Leichenstücke aufs Feuer gelegt hat und den Tag darauf dieselben verbrannt fand. Was die Fälle der spontanen Verbrennung anbetrifft, so glaubt er, dass sie alle fettdicke Personen betreffen, dass während der Trunkenheit die Kleider zu brennen anfingen, und die dabei stattfindende übermässige Entwickelung von Kohlensäure Ersticken verursachte. Wenn die Haut schon wundgebrannt ist, so schmilzt das Fett, fliesst herab und der Zersetzungsprozess wird auf diese Art weiter unterhalten. — Den Verdiensten Dupuytren's alles Recht wiederfahren lassend," schliesst Beck, „erlaube ich mir nur zu bemerken, dass er mehr Chirurg und Anatom, als Chemiker war (!?)." Sonderbar, dass alle Anhänger der Selbstverbrennung auf Kenntniss der Chemie Anspruch machen!

**) Zur Erklärung der Selbstverbrennung des menschlichen Körpers, im Archiv für med. Erfahrungen von Horn, Nasse und Wagner, 1830.

tricität, zur organischen Qualität, und der Entzündung und Verbrennung, welche dieselben, zugleich mit Hülfe des Sauerstoff's der umgebenden Luft, in den thierischen Stoffen verursachen, so dass sie die theils fäulnissartige Zersetzung nach sich ziehen. Da sich nämlich kein thierischer Stoff von selbst entzünde, oder einer Zersetzung unterliege, wobei Verbrennungserscheinungen eintreten, so müsse einer solchen Entmischung der organischen Elemente, damit die in ihnen enthaltenen C, H und N, P und S mit einem Male zur anorganischen electrochemischen Spannung gelangen können, eine ganz besondere Ursache zu Grunde liegen. Diese sei aber nicht in der Verbrennlichkeit der thierischen Stoffe zu suchen, sondern in der den ganzen Leib durchdringenden Entwickelung mächtig zerstörender, verbrennender Potenzen, als: Licht, Wärme und Electricität."

Der Begründer dieser Theorie scheint mehrere Ansichten vereinigen zu wollen, und zeichnet sich von den übrigen Anhängern der Selbstverbrennung nur darin aus, dass er, statt einer, mehrere höchst unwahrscheinliche, durch die Erfahrung völlig unbewährt gebliebene Hypothesen zusammengestellt hat. Was aber die unpartheiische Kritik von einer solchen Theorie sagen kann, das überlassen wir dem Urtheil jedes Gesunddenkenden.

Dieses sind also die Haupttheorien der Selbstverbrennung des menschlichen Körpers, und die Verfechter dieses Vorganges begnügen sich auf diese Theorien, und die Autorität berühmter Gelehrter, wie Treviranus, Kopp, Nasse, Rudulphi, Henle sich zu berufen, um in zweifelhaften Fällen ein competentes Urtheil auszusprechen. Selbst die sogenannten classischen Werke der gerichtlichen Medizin lassen, alle ohne Ausnahme, die Möglichkeit dieses Vorganges zu. Ohne in die ausführliche Auseinandersetzung der Ansichten aller solcher Autoritäten einzugehen, werden wir uns nur bei zweien, in der neuen Geschichte unserer Wissenschaft am meisten berühmten Namen: Henke und Orfila, länger aufhalten.

Henke sagt: „Das merkwürdige Phänomen der Selbstentzündung und Selbstverbrennung des menschlichen Körpers (incendium spontaneum, combustio spontanea) ist in frühern Zeiten für fabelhaft gehalten, in neuern Zeiten aber durch wiederholte glaubwürdige Beobachtungen unbefangener Naturforscher (?) ausser allen Zweifel gesetzt worden. Es verdient aber diese, im ganzen zum Glück seltene und noch räthselhafte, Todesart um so mehr die Aufmerksamkeit der gerichtlichen Aerzte, da einerseits bei Verkennung derselben die Angehörigen einer auf solche Weise verunglückten Person in den falschen

Verdacht eines Mordes gerathen, und anderseits Verbrecher, unter Vorschützung jener Todesart, einen vollbrachten Mord zu verhehlen suchen könnten."

„Was wir von der Selbstverbrennung als Thatsache, nach Vergleichung der darüber gesammelten Beobachtungen wissen, ist, dass bejahrte Personen, vorzüglich weiblichen Geschlechts, besonders wenn sie dem Trunk ergeben, dabei sehr fett waren und eine körperlich unthätige Lebensart führten, plötzlich von einem Feuer ergriffen wurden, welches binnen kurzer Zeit den grössten Theil des Körpers verbrannte und zerstörte, so dass meistens nur Ueberreste der Extremitäten und des Schädels gefunden wurden."

Orfila drückt sich über diesen Vorgang folgendermassen aus: „Der menschliche Körper kann verbrennen; einige Theile desselben können in Asche verwandelt werden durch Einwirkung einer ungewöhnlichen Ursache, welche schwer zu bestimmen ist und die man bisher in einem eigenthümlichen Zustande des Organismus suchte. Diese Erscheinung, spontane Verbrennung des menschlichen Körpers genannt, ist vielleicht noch unerklärt, muss aber dennoch zugelassen werden. Man darf sie nicht bloss aus physiologischem Gesichtspunkte betrachten; sie ist, in gerichtlich-medizinischer Beziehung, mit den höheren gesellschaftlichen Interessen enge verknüpft."

III.

Was bleibt also dem gerichtlichen Arzte in dem Falle zu thun übrig, wenn die Frage über Selbstverbrennung sich ihm darbietet, wenn er eingeladen ist, über eine solche Begebenheit sein Urtheil zu fällen? Eines von beiden: entweder soll er sich unumwunden auf die Autorität der berühmten Autoren berufen, und ohne weitere Analyse die Möglichkeit der Selbstverbrennung anerkennen, oder soll er diese Frage der historischen, physiologischen Kritik unterwerfen, und sich mit allen möglichen Daten versehen, welche ihm die primitive polizeiliche Indagation und eine regelrechte gerichtlich-medizinische Untersuchung an die Hand geben. Mir scheint letzteres Verfahren zweckmässiger und den höhern gesellschaftlichen Interessen entsprechender.

Nun aber giebt uns die historisch-physiologische Kritik aller bisher bekannten Fälle, wie schon oben bemerkt, noch kein Recht, die Möglichkeit einer solchen Thatsache anzunehmen. Wir kommen unabweislich zu demselben Schlusse auch in dem uns vorliegenden Falle, wenn wir auf denselben das Gesagte anwenden, da:

1) Keine Augenzeugen der Begebenheit vorhanden sind.

2) Es keine Beweise giebt, dass im Zimmer nicht brennbarere Stoffe sich vorfanden: der Leuchter mit dem Endchen eines Talglichtes, die Lichtputzscheere, die eiserne Schachtel mit Zunder, Feuerstein und Feuerstahl, — lauter Sachen, welche theils zu den brennenden Stoffen, theils zu den zum Feuermachen nöthigen Utensilien gehören.

3) Aus den im Zimmer und am Cadaver des verunglückten Weibes bemerkten Erscheinungen ist nur zu ersehen, dass diese Frau der Einwirkung von Feuer, und zwar von aussen nach innen wirkendem, ausgesetzt war.

4) Die stellenweise Versengung und Wundbrennung verschiedener Körpertheile und Kleiderstellen, bei Wohlerhaltung der übrigen, beweist nur die zufällige Wirkung der Flamme, ganz in der Art, wie bei Experimenten an Cadavern sich in der Verbrennung derselben verschiedene Einzelnheiten darbieten, welche sich von den, im vorliegenden Falle beschriebenen nicht im Geringsten unterscheiden.

5) Die bei der innern Inspektion bemerkten Haupterscheinungen, welche auf die Art des Todes hinweisen, sind folgende: die Blutüberfüllung des Gehirns und theils auch der Lungen mit blaurother Färbung der Luftröhre, ihrer Zweige und der kleinsten Bronchialverästelungen (1, 2, 3, 10).

6) Die starke Anschwellung der, mit röthlicher Flüssigkeit durchtränkten Zunge und die blaurothe Färbung der Luftröhre (2), ihrer Zweige und der capillären Bronchialverästellungen zeigen nur theils die örtliche Wirkung der Hitze an, theils den Einfluss erstickender Gase. Sind wir aber darum berechtigt, aus diesen Erscheinungen zu schliessen, dass das Feuer mit der ausgeathmeten Luft aus den Lungen gekommen sei?

7) Im Magen und in den Darmwindungen ist, ausser den gewöhnlichen cadaverösen Erscheinungen, eine grosse Menge von Gasen gefunden worden (Schwefelwasserstoff- und Schwefelammonium-Gas) welche sich bekanntlich in Folge der Zersetzung thierischer Körper mit andern Kohlenwasserstoff-Gasen und kohlensaurem Ammoniak entwickeln. Die Gegenwart von Phosphorwasserstoffverbindungen hat sich bei der chemischen Analyse nicht bewährt.

8) Bei der Untersuchung der wundgebrannten Stellen konnte man klar bemerken, dass auf dieselben das Feuer in der Richtung von aussen nach innen wirkte; an denjenigen Stellen aber, auf welche es aus einiger Entfernung wirkte und wo die Kleider unverletzt geblieben

sind (s. das Actenstück), sind zwar auch Brandwunden bemerkt, aber nur vom 1ten und 2ten Grade (nach Dupuytren's Eintheilung).

9) Aus den, an den übrigen Körpertheilen bemerkten Erscheinungen und aus der Untersuchung des Zustandes der innern Organe können wir auf keine andere Todesursache schliessen, als die Einwirkung von Feuer, welches in diesem Falle die von Erstickungszeichen begleitete sogenannte Gehirnapoplexïe verursachte. Die Reactionserscheinungen an verschiedenen wundgebrannten Körpertheilen, die Brandwunden 1ten und 2ten Grades an den Hinterbacken, Schenkeln, Unterschenkeln u. s. w., die am Gesichte, an der Zunge, an der innern Fläche der Luftröhre und der Bronchien bemerkten Erscheinungen, weisen darauf hin, dass die Einwirkung des Feuers noch im Leben stattgefunden hat, keineswegs aber erst nach dem Tode, um ein begangenes Verbrechen zu verhehlen.

Es bleiben noch zwei in forensischer Hinsicht wichtige Fragen übrig, die Ursache der Verbrennung des Körpers betreffend.

a) Ist der Tod auf gewaltsame Art, d. h. von einem Mörder verursacht oder nicht?

b) Letzteres vorausgesetzt, ist er willkührlich vollzogen, oder aus Unvorsichtigkeit entstanden?

a) Um erste Frage zu lösen, sind die allergenauesten polizeigerichtlichen Untersuchungen ganz unentbehrlich, und ohne dieselben ist es völlig unmöglich, irgend einen Schluss zu ziehen. In unserem Falle kann man aus den schon vorausgegangenen Fragen der örtlichen Polizei schliessen, dass von Seiten einer andern Person hier keine Gewaltthat begangen worden sei. (Das Besitzthum der verunglückten Frau, wie das ihrer Tochter, blieb unangetastet; die Tochter hält Niemanden verdächtig, und ausserdem könnte man kaum die Vollziehung eines Mordes der Art an einem armen, alten Weibe wahrscheinlich finden.) Die Möglichkeit eines derartigen Verbrechens kann auch nur an einem Menschen zugelassen werden, der in tiefen Schlaf versunken oder bis zur Bewusstlosigkeit betrunken ist. Ohne eine sorgfältige polizeigerichtliche Untersuchung schweigt hier unsere Wissenschaft ganz.

b) In Betreff der zweiten Frage bemerken wir, dass es kaum begreiflich ist, dass Jemand, der sich das Leben nehmen wollte, zu diesem Zwecke Feuer als Mittel wähle. Seil, Messer, Kugel, Wasser (Ersäufen), Gifte sind die gewöhnlichen Mittel, zu denen der Selbstmörder zu greifen pflegt; dagegen wurde das Selbstverbrennen, seiner martervollen Wirkung wegen, äusserst selten bemerkt, und

dazu nur in Fällen von Wahnsinn, besonders religiösen Charakters *). Für die definitive Entscheidung der Frage sind daher noch ausführliche Kenntnisse nöthig über die Lebensweise, Denkungsart, Handlungen u. s. w. der verbrannten Person und noch ausserdem eine umständliche Untersuchung der Begebenheit selbst und die gerichtlich - medizinische Leichenöffnung. Manchmal kann eine Eigenthümlichkeit des Charakters und die moralische Seite des Menschen überhaupt, eine Eigenthümlichkeit in der Anordnung der Wohnung, in welcher sich die Begebenheit zugetragen hat, manche pathologische Veränderungen, Abnormitäten in den Centren des Nervensystem's oder andern wichtigen Organen die Möglichkeit muthmassen lassen, dass sich die Person selbst entleibte. In allen bekannten Fällen sogenannter spontaner Verbrennung ist aber, aller Wahrscheinlichkeit nach, Feuer von irgend einem brennenden Körper aus Unvorsichtigkeit auf die Kleider der erst später verbrannten Person gerathen.

Anhang.

Ein neuer Fall, den Herr v. Guttceit in Orel, in der medizin. Zeitung Russlands (Juni 1857) veröffentlicht und der in seinen Daten sehr genau mitgetheilt scheint, wirft jedoch kein weiteres Licht auf die physische Möglichkeit einer spontanen Verbrennung. Ich halte denselben daher eben so wenig, als alle früher bekannt gewordenen, für geeignet die Sache derer, die eine combustio spontanea annehmen, zu verstärken.

Was das Annehmen neuer Bezeichnungen, wie Benj. Frank's Schnellverbrennung, Tachencausis, für welche der Verfasser sich erklärt, betrifft, so halte ich dieselben zum Wenigsten für überflüssig. In eine an und für sich schon sehr problematische Sache, neue und durch nichts gerechtfertigte Benennungen einzuführen (denn Niemand wird wohl behaupten, dass er mit der Uhr in der Hand einer combustio spontanea beigewohnt) dürfte dieselbe wenig fördern. — Ohne gerade gegen alle Hypothesen zu Felde ziehen zu wollen, glauben

---

*) Einen ähnlichen Fall hat unlängst Dr. Madin der Pariser Academie mitgetheilt.

wir jedoch, dass solche wie sie Herr v. Guttceit in einer Anmerkung zu seinem Artikel Seite 171 bringt, gegenüber dem positiven Wissen unserer Zeit, fast an's Unerlaubte gränzen.*)

---

*) „Vielleicht erfordert die ganz ausgebildete tachencausische Discrasie für den Prozess des Feuerfangens selbt ebenso Isolirtheit von andern Menschen, wie das höchste magnetische Hellsehen durch die Gegenwart solcher, ausgenommen des Magnetiseurs, immer und regelmässig gestört wird. Es findet durch das Beisein anderer eine Ableitung, welche der elektrischen ähnlich scheint, statt.“

II.

Das doppelt chromsaure Kali

(Bichromas kalicus s. potassae)

in Bezug auf gerichtliche Medizin und Sanitäts-Polizei.*)

In der Wissenschaft gehen zuweilen seltsame Dinge vor: es hat ein Gelehrter einen glücklichen Gedanken, den er ohne weitere Untersuchung als Wahrheit veröffentlicht, — was geschieht? Andere wiederholen ihn, der Eine schreibt ihn vom Andern ab, und auf solche Weise pflanzt sich eine Masse von Unwahrheiten und fabelhaften Dingen von Geschlecht zu Geschlecht als gelehrte Tradition fort. Es genügt, sich nur der Fabeln über den Scheintodt, über die erstbesprochene Selbstverbrennung, Pyromanie u. s. w. zu erinnern, um sich von der Richtigkeit des Ebengesagten völlig zu überzeugen.

Obgleich es bei der vorherrschend analytischen Richtung unserer Zeit und der raschen Entwickelung der Naturwissenschaften bereits gelungen ist, allmälig viel Räthselhaftes aufzuklären, und nicht selten einen durch hundertjährige Vorurtheile gebildeten gordischen Knoten zu lösen, so bleibt dennoch auf diesem Gebiete noch Vieles unbearbeitet. Desshalb muss man sich oft auf Autoritäten beziehen, jurare in verba magistri, selbst da, wo eine selbstständige Untersuchungsweise zu ganz anderen, ja vielleicht zu diametral entgegengesetzten Folgerungen führen würde. Dieses bemerkt man am meisten bei solchen Untersuchungen, welche wiederholte und sorgfältige Versuche oder Beobachtungen erfordern.

In der That, wie lange ist es her, dass man Magisterium Bismuthi für ein starkwirkendes Mittel hielt, während es nach den Beobachtungen von Monneret zu einem Dessertlöffel ohne den geringsten Nachtheil für den Organismus gegeben werden kann?

Der Phosphor, dieses entsetzliche Gift, als rother Phosphor gegeben, ist nach meinen Versuchen, die ganz mit den Beobachtungen de Vry's und Anderer übereinkommen, beinahe unschädlich und

---

*) Aus der medizinischen Zeitung Russlands 1854.

kann daher in viel grösseren Gaben als gewöhnlich gegeben werden. Dergleichen Beispiele könnten wir sehr viele anführen, aber das schlagendste liefert uns derjenige Stoff, welcher den Gegenstand dieser Abhandlung bildet.

Doppelt chromsaures Kali (rothes chromsaures Kali, KO, $2CrO_3$) wurde früher für kein sehr starkwirkendes Mittel gehalten, wenigstens nicht in dem Grade, wie z. B. der Arsenik oder der Sublimat. Dieses Salz findet sich im Handel in grossen Quantitäten, die Farbenfabrikanten gebrauchen es viel (als ein Oxydationsmittel zur Bereitung vegetabilischer Farben und bei Bereitung von Chromgelb) bei Fabrikation von Buntpapieren und verschiedener gefärbter Zeuge. In die Reihe der scharfwirkenden giftigen Mittel ist es nicht aufgenommen und doch muss es neben der arsenigen Säure und dem Quecksilberchlorid (Sublimat) stehen. In Frankreich und Amerika kamen Fälle vor, dass Leute, die in Verdacht des Giftmordes standen, von den Gesetzen bloss desshalb freigesprochen wurden, weil sie die Absicht hatten, zu diesem Zwecke doppelt chromsaures Kali zu gebrauchen, welches nach der Meinung der berühmtesten Toxicologen, wie z. B. Orfila's,*) Christison's, Taylor's u. A. zu den nicht bedeutend giftigen Mitteln gehörte (! ?), obgleich durch die Versuche von Gmelin auch ihnen bekannt war, dass das einfach chromsaure Kali (chromas kalicus, gelbes Salz) zu den scharfwirkenden Stoffen gehöre und im Stande sei, örtliche Reizung, Abmagerung, Lähmung, Krämpfe und Tod herbeizuführen. Nach den im Jahre 1853 von Jaillard**) und mir selbst unternommenen Versuchen wirkt jedoch das gelbe Salz ungleich schwächer als das rothe, so dass die im Vergleich zum rothen Salze doppelten und dreifachen Dosen des Ersteren bloss Erbrechen hervorbrachten. Jacobson und Holscher gaben es als Brechmittel zu 2 bis 4 Gran pro dosi. (Vergl. Oesterlen, Handbuch der Heilmittellehre 1853. 1 Lfg. S. 212.) Obgleich die Meinungen von Gmelin, Ducatel, Duncan u. A. angeführt werden, so findet man doch keine nähere Angabe, bis zu welchem Grade dem

---

*) Wie man sieht, hat Orfila seine Meinung nach dem im Jahre 1834 beschriebenen Falle von Ducatel in den Archives générales de médecine gegründet, wo erzählt wird, dass ein Arbeiter, nachdem er die Absicht hatte, mit diesem Salze seinen Kameraden zu vergiften, desshalb freigesprochen wurde, weil die Aerzte dieses Mittel für ungiftig erklärten.

**) Journal de Pharmacie et de Chimi 1853. XXIV, S. 83.

Bichromas potassae giftige Eigenschaften zugeschrieben werden müssen.

Die eigenthümlich ätzende Eigenschaft des Bichromas potassae wurde schon in den zwanziger Jahren zufällig zu Glasgow in Schottland erkannt.

Dr. Cumin beobachtete mehrere Fälle solcher Wirkung dieses Salzes unter Fabrikarbeitern, welche damit längere Zeit hindurch zu thun hatten; es bildeten sich durch die unausgesetzte Berührung mit diesem giftigen Stoffe bei ihnen hartnäckige Wunden auf den Fingern und der Handwurzel. Solch eine Wirkung brachte ihn auf den Gedanken, Bichromas potassae als ein ätzendes Mittel zu äusserlichem Gebrauche vorzuschlagen und seit dieser Zeit begann man in der That, dasselbe zu diesem Zwecke in der Medizin anzuwenden (Bonneau, Puche, Hauche u. A).

Im Jahre 1851 schlug Eduard Robin*) vor, Bichromas potassae statt der Quecksilberpräparate gegen secundäre syphilitische Erscheinungen anzuwenden. Es zeigte sich sogleich, dass dieses Mittel zu den sehr scharfwirkenden Stoffen gehöre. Bei uns in St. Petersburg versuchten diese Behandlung die Professoren Pirogoff und Zablotsky, wurden jedoch bald gezwungen, es zu verlassen, sowohl wegen seiner wenig erfolgreichen Wirkung bei Behandlung der Syphilis, als auch besonders desshalb, weil die Kranken es sehr schwer vertrugen.

Ich halte es nicht für überflüssig, die mir von Hrn. Zablotsky mitgetheilten Resultate dieser Behandlung hier anzuführen.

„Im Jahre 1851, gleich nach der Veröffentlichung von Robin*) und im folgenden Jahre 1852 fing ich an, Bichromas potassae in der syphilitischen Abtheilung des 2ten Landhospitals bei verschiedenen syphilitischen Ausschlägen und andern secundären Erscheinungen zu gebrauchen. Dieses Mittel wandte ich in 50 bis 60 Fällen, in Pillenform von 1/4 Gran bis zu 1/2 Gran täglich an. Den Kranken wurde dabei die halbe, ja zuweilen, wie es E. Robin anräth, die volle Diät gegeben."

„Die Resultate, welche ich erhalten, sind folgende:"

1) „Bichromas potassae wurde von wenigen Kranken zu einem 1/2 Gran täglich vertragen; der grösste Theil vertrug 1/4 Gran leicht und lange, zwei bis vier Wochen hindurch. Diejenigen Kranken,

---

*) Gazette des hôpitaux 1851. Nr. 70 und 129. Vicenti gab es gleichfalls zu 1/4 Gran pro dosi. Vergl. Gazette médicale Nr. 14, 1852.

denen Bichromas potassae zu $^1/_2$ Gran verordnet war, fühlten bald, zuweilen schon am ersten Tage, Beängstigung und Schmerz in der Herzgrube, der beim Druck zunahm, Trockenheit im Munde, Uebelkeit; einige erbrachen sogar. Diese krankhaften Erscheinungen, welche auf eine Reizung des Magens deuteten, veranlassten mich, den Gebrauch dieses Mittels auf 1 und 2 Wochen auszusetzen. Wenn ich zum zweiten Male demselben Kranken dieselbe Dosis zu gebrauchen verordnete, so stellten sich wieder dieselben Zufälle ein."

2) „Die syphilitischen Ausschläge vergehen gewöhnlich nicht vom Gebrauche des Bichromas potassae, selbst auch dann nicht, wenn dieses Mittel 4 bis 6 Wochen hindurch gebraucht wurde. Bei einigen Kranken nahm der Ausschlag sogar zu und in vier Fällen verschwand ein leicht syphilitischer Ausschlag (Roseola syphilitica) nach zwei- oder dreiwöchentlichem Gebrauche des Bichromas potassae. Aber selbst in diesen Fällen habe ich mich vom Nutzen des Bichromas potassae nicht ganz überzeugt, denn dergleichen Ausschläge schwinden zuweilen auch ohne specifische Behandlung."

3) „In der Auflösung (1 Drachm. auf 12 Drachm. Wasser) wirkt Bichromas potassae als stark ätzendes Mittel (Escharoticum), wenn es auf syphilitische Auswüchse (Condylomata) gebracht wird."

4) „Nach meiner Ueberzeugung ist Bichromas potassae ein viel stärkeres Reizmittel als der Sublimat."

Die Resultate des Professors Pirogoff sind mit den vorstehenden fast übereinstimmend.

Dr. N. Jakubowitsch theilte mir einen Fall von Behandlung der Syphilis mit doppelt chromsaurem Kali mit, in welchem der Kranke auf ein Mal viel Pillen nahm, nach der Berechnung gegen zwei Gran. Eine halbe Stunde darauf zeigten sich bei ihm die Symptome der heftigsten Magenentzündungen mit choleraähnlichen Erscheinungen. Magnesia eine Stunde nachher in bedeutenden Quantitäten gegeben, darauf ein Brechmittel, retteten den Unglücklichen wohl vom Tode, konnten aber nicht einer danach folgenden lange dauernden Störung in den ersten Verdauungswegen vorbeugen.

Fälle von Vergiftung mit doppelt chromsaurem Kali, die mit dem Tode endigten, wurden in Nord-Amerika und Schlesien beobachtet. Sie sind ausführlich beschrieben, der eine von Ducatel im Journal de Chimie médicale, Juillet 1834, der andere von Schindler in Graefe's und Walther's Journal XXVI, 4 Hefte. Im ersten Falle vergiftete sich durch Unvorsichtigkeit ein Arbeiter, welcher, indem er mittelst eines Hebers eine doppelt chromsaure Kalilösung aus einer

Kufe übergoss, etwas von dieser Lösung verschluckte. Sogleich begann er zu speien, fühlte bald Hitze in der Kehle und im Magen, worauf Erbrechen von blutigem Schleime 5 Stunden hindurch und zuletzt der Tod erfolgte. Bei der Section fand man die Schleimhaut des Magens und des Zwölffingerdarms stellenweise zerstört und erweicht, so dass man sie leicht abschaben konnte. Der untere Theil des Darmkanals war normal.

Im zweiten Falle vergiftete sich im Zorn ein Färber mit einem Stück doppelt chromsaurem Kali, das er in Wasser gelöst hatte. Sogleich erfolgte Uebelkeit, starkes Erbrechen u. s. w. Als das durch Erbrechen Entfernte nicht mehr gelb gefärbt war, hörte man auf den Kranken zum Brechen zu reizen, und liess ihn unbeachtet, wonach er einschlief. Am andern Morgen fühlte er sich sehr schwach und legte sich wieder zu Bett. Sein Magen war weder aufgetrieben, noch schmerzhaft, der Puls ruhig, aber klein. Der Kranke klagte über Stiche im Rücken, in der Stirngegend und über Jucken im Halse, hatte einige natürlich gefärbte normale Stühle, aber durchaus keinen Harnabgang. Die folgende Nacht verbrachte er ruhig, nur gegen Morgen fühlte er sich bedeutend schwächer. Mit Mühe stand er vom Bette auf, unter starkem Zittern der Glieder, ohne übrigens über Schmerzen zu klagen. Die Schwäche nahm dermassen zu, dass der Kranke ruhig einschlief und gleich einem zum Tode ermüdeten Menschen (nach 54 Stunden) endete. Einige Stunden vorher färbte sich das Weisse der Augen gelb und vor dem Tode bemerkte man bei ihm eine krampfhafte Verkrümmung der Hände. Bei der Section fand man den Magen unverändert, die dünnen Därme leicht geröthet, die Leber gelb gefärbt und die Milz mit Blut überfüllt. Die im Umfange vergrösserten Nieren stellten sich beim Durchschnitt dunkelroth und mit schäumigem Blute überfüllt dar. Die Harnblase war völlig leer. Die aus dem Magen genommene Flüssigkeit, liess mit essigsaurem Blei, Chromsäure erkennen. Dieser Fall zeichnet sich vom vorhergehenden durch das Fehlen der örtlichen Verletzung der Magen-Darmkanal-Schleimhaut und durch die specifische Wirkung des Gifts auf die Nieren aus, deren Function gleichsam völlig gelähmt schien.

Um den Grad der Wirkung des doppelt chromsauren Kali zu bestimmen, stellte Jaillard (a. a. O.) an Thieren eine Reihe von Versuchen an. Er bemerkte, dass 0,05 Gramm dieses Salzes pro dosi in den Magen eines Hundes von mittlerer Grösse oder ins Zellgewebe, oder in eine Vene gebracht, nach Verlauf von 2—6 Tagen, den Tod verursachten.

Jaillard beschreibt auf folgende Weise die nach dem Eingeben dieses Salzes auftretenden Zufälle: In einer Gabe von 0,05 bis 0,10 Gram., bringt es eine augenblickliche Reizung des Magens und Darmkanals hervor. Es zeigt sich Erbrechen, zuweilen Durchfall, Verlust des Appetits, erschwertes Athmen, Verlangsamung des Blutkreislaufes. In grossen Gaben weisen alle Symptome auf eine sehr akute Entzündung des Magens hin. Bei starkem Durst stellt sich von leichtem Trinken ein heftiges Erbrechen ein. Das Ausgebrochene besteht aus einer schleimigen, galligen, gelben und zuweilen blutigen Masse. Zu gleicher Zeit fällt die Wärme in den Extremitäten, es stellt sich Dyspnöe, starke Beklemmung, Widerwillen gegen Nahrung, öfteres Erbrechen, röchelndes Athmen ein, und unter den Erscheinungen allgemeiner Erschöpfung erfolgt der Tod.

Aus diesen Versuchen schliesst Jaillard, dass Bichromas potassae eine beständige Wirkung auf den Magen und Darmkanal ausübe, da man Erweichung der Magenschleimhaut, Röthung, Ecchymosen, zuweilen auch Geschwürsbildung mit nachfolgendem Brande in den Wänden der Unterleibsorgane finde. In den Lungen bemerkt man nicht selten Veränderungen, am häufigsten zeigen sich Blutstockungen (engouement), zuweilen aber stellenweise Hepatisation und Splenisation. Das Blut scheint auch einer Veränderung zu unterliegen, es ist schwarz und schwer gerinnbar. Im Gehirn und Rückenmark bemerkt man nichts Besonderes, nur einmal wurde die pia mater mit Blut überfüllt gefunden.

In der Absicht, mich von der Richtigkeit der Jaillard'schen Beobachtungen zu überzeugen, unternahm ich eine Reihe von Versuchen an Hunden mit verschiedenen Dosen doppelt chromsauren Kali's, indem ich den Oesophagus unterband oder nicht, oder Einspritzungen der Auflösung in den Mastdarm, in die Venen und in das Zellgewebe machte. Die Resultate meiner Beobachtungen sind folgende:

Dieses Salz in Solutionen von 1 bis 6 Gran pro dosi in den Magen eines Thieres gebracht, rief in den meisten Fällen gleich nach dem Einnehmen (nach 10, 15, 20 Minuten) Erbrechen, hervor. Das Ausgebrochene war gelb gefärbt und in ihm stets mit Reagentien (s. u.) die Gegenwart von Chrom zu entdecken; Blut fand man im Ausgebrochenen selten. Zuweilen besserten sich die Thiere nach dem Erbrechen sogleich und sogar nach einigen Stunden assen sie schon gerne ihr Futter. Aber in den Fällen, wo das Erbrechen ihnen keine Linderung verschaffte, starben sie nach einigen Stunden unter Symp-

tomen der allgemeinen Erschöpfung, Sinken der Wärme und Athembeschwerden. In einem Falle erfolgte der Tod nach 1½ Stunden, nachdem 1½ Gran des Giftes eingegeben waren, im zweiten Falle, nach 40 Stunden (6 Gran mit unterbundenem Oesophagus), im dritten Falle nach 14 Stunden (4 Gran mit unterbundenem Oesophagus); 5 Stunden nach dem Einnehmen wurde der Verband abgenommen, 2 Stunden später erfolgte Erbrechen mit Blut und nach 7 Stunden der Tod. Ein Hund, dem eine Einspritzung von ¾ Gran in die Vena jugularis gemacht war, starb am 4. Tage, das Erbrechen zeigte sich bei ihm nach ¼ Stunde. Nach unseren Versuchen brachte das Einführen des Giftes ins Rectum und Zellgewebe keine Vergiftung hervor, vielleicht auch desshalb, weil die Auflösung zu verdünnt war (4 Gran in 2 Dr. Wasser.)

Bei den Hunden, die nicht erbrachen, waren die Erscheinungen ungleich, nur in einem Falle erfolgte der Tod sehr schnell, in den übrigen aber (bei zwei Hunden mittlerer Grösse von 2 Gran pro dosi) erfolgte kein Erbrechen. Nach einigen Tagen gab man denselben Hunden 4 Gran und bei beiden zeigte sich gleich ein öfteres Erbrechen, wonach sie sich erholten. Zwei Wochen später jedoch starben auch sie, und wir beobachteten bei der Section Ulcera hämorrhagica am Pylorus von der Grösse einer Erbse. — Daraus schliesse ich, dass das Ausbleiben des Erbrechens bei Thieren nicht immer den Tod nach sich zieht und umgekehrt; aber in den meisten Fällen ist es richtig, dass das sogleich nach dem Einnehmen des Gifts sich zeigende Erbrechen den Thieren bedeutende Linderung verschaffte. Uebrigens bezieht sich diese Erscheinung auch auf andere Gifte. Wer kennt nicht in dieser Hinsicht die verschiedenen Einzelheiten, die man beim Arsenik, Sublimat und andern scharfwirkenden Giften bemerkt? Bis jetzt sind diese einzelnen Fälle nicht genau bestimmt. Woher z. B. erregt eine Dosis, die hinreicht, auf einmal zwei Subjecte zu vergiften, bei dem einen zuweilen nur Erbrechen, dem später Genesung folgt, während zuweilen ohne Erbrechen der Vergiftete sich bessert? Woher in andern Fällen trotz Erbrechen doch ein lethaler Ausgang? Demungeachtet dürfen solche Einzelheiten einem richtigen Schlusse nicht im Wege stehen, sobald sie aus einer grossen Masse von Fällen gezogen sind und man dabei die mannigfaltigsten Nebenbedingungen betrachtet hat. Ein Jeder, der toxikologische Beobachtungen angestellt, wird gewiss mit uns einverstanden sein, dass man sich mit grosser Geduld und rastloser Ausdauer zu

bewaffnen hat, wo es gilt, in der Menge der sich widersprechendsten Thatsachen den Faden der Wahrheit zu entdecken.

Bei der Section fanden wir immer eine starke Entzündung des Magens und des Dünndarms, die Schleimhaut stellenweise erweicht und mit rothen Streifen und Flecken von Blutanhäufungen in den Gewebeschichten bedeckt, streifig oder fleckig injicirt, stellenweise Blutanschoppungen und in Folge davon Errosiones haemorrhagicae; das Blut dunkel, schwer gerinnbar; zuweilen eine lokale Stase in den Lungen, geronnenes Blut in den grossen Venen-Stämmen (bei der Einspritzung in die Vena jugularis) und Fiterablagerung in der Leber und Lunge (in denselben Fällen). In einem Falle war die hintere Wand der Bauch- und Brusthöhle intensiv gelb gefärbt. Andere besondere Veränderungen nahmen wir nicht wahr.

Aus unsern Beobachtungen können wir folgende Schlüsse ziehen:

1) Das doppelt chromsaure Kali gehört zu den schärfsten Giften.

2) Dieses Salz, von 1—6 Gran auf einmal gegeben, bringt eine Störung im Magendarmkanale von einer einfachen Reizung bis zu einer Entzündung hervor, die mit dem Tode endigt. In dieser Hinsicht steht es dem Arsenik und Sublimat*) ganz gleich.

3) das doppelt chromsaure Kali ruft, gleich dem Arsenik und Sublimat, ausser den örtlichen Symptomen, noch eine Reihe nachfolgender Krankheitserscheinungen hervor, die von seinem Eintritt in den Blutkreislauf herrühren.

4) Bei verschiedenen individuellen Bedingungen, wie dies auch bei Arsenik und Sublimat der Fall ist, wirkt es verschieden, so dass dieselben Dosen von Arsenik, Sublimat und Bichr. potassae, unter Umständen, durch Vergiftung tödten können. Die Bedingungen der verschiedenen Wirkung dieser Gifte sind noch lange nicht genau bestimmt, weil das Wort Individualität einen zu grossen Spielraum gewährt.

Die Gegengifte des dop. chroms. Kalis betreffend, kann man schon a priori schliessen, dass es am besten ist, das saure Salz zu

---

*) Ueberhaupt glaubt man nach Orfila, dass die arsenige Säure in einer Dosis von nicht mehr als 10 Centigr., Sublimat von 20 Centigr. eine Vergiftung bei den Hunden hervorbringen können, und das nur in den Fällen, wo diese Gifte nicht schnell durch Erbrechen entfernt werden. Unsere Versuche mit diesen beiden Giften an Hunden, zeigten jedoch, dass ihre Dosen (hauptsächlich des Sublimats) zuweilen viel grösser sein müssen, um eine Vergiftung hervorzubringen, ja zuweilen sogar grösser als die des doppelt chromsauren Kali.

neutralisiren und auf diese Art in ein einfaches zu verwandeln, dessen Wirkung viel schwächer ist. Unsere und die Versuche von Jaillard bestätigen dies vollkommen. In dem mitgetheilten Falle von Dr. Jakubowitsch wurde mit Erfolg kohlensaure Magnesia angewandt. Am besten wäre dazu doppelt kohlensaures Natron zu nehmen; ist es nicht vorhanden, so nehme man Magnesia oder Seifenwasser. Das doppelt chromsaure Kali ist an und für sich ein starkes Brechmittel; entsteht daher Erbrechen, so muss man erweichende, einhüllende, antiphlogistische u. d. a. Mittel gebrauchen. Wo sich noch kein Erbrechen gezeigt hat, da ist es besser, erst die oben angeführten Gegengifte zu gebrauchen und später durch Kitzeln des Zäpfchens und des Gaumens, durch Eingeben von Oel oder warmen Wassers Erbrechen hervorzurufen. Die weitere Behandlung muss der gewöhnlichen nach Genuss aller scharfwirkenden Mittel bekannten entsprechen, mit besonderer Rücksicht auf die Individualität der Kranken. (Buchner rühmt als Gegengift Eisenoxydhydrat und Berndt den Eisenvitriol) (?).

Ueber die Entdeckung des Gifts in gerichtlich-medizinischen Fällen.

Wenn ein Mensch, der das dop. chroms. Kali in einer Auflösung, in Pillen oder in einer andern Form eingenommen hat, noch lebt, dann bemerkt man sich die oben beschriebenen Anfälle der Vergiftung und Sachkundige, die in solchen Fällen eingeladen werden, können das Gift im Ueberreste, entweder in einem Geschirre oder als Pulver in Papier eingewickelt u. s. w. entdecken. Ist schon Erbrechen erfolgt, so kann die erbrochene Masse sogleich einer Untersuchung unterworfen werden.

1) Das doppelt chromsaure Kali ist dann nach folgenden Kennzeichen leicht zu entdecken: Es zeigt sich in einer verdünnten wässerigen Lösung von gelber und im concentrirten Zustande von orangegelber Farbe. Das durch Erbrechen Entleerte ist immer gelb gefärbt, mit einer grösseren oder geringeren Nüance ins Orangegelbe.

2) Ein Tropfen solcher Flüssigkeit mit einem Körnchen von Borsäure, vermittelst eines Löthrohres auf Kohlen geglüht, giebt eine grüne Farbe.

3) Sogar in einem sehr verdünnten Zustande giebt ein Barytsalz (z. B. Chlorbarium) einen blassgelben Niederschlag.

4) Die Wismuthsalze (z. B. salpetersaures Wismuthoxyd) geben einen zeisiggelben Niederschlag.

5) Die Bleisalze (z. B. neutrales essigsaures Bleioxyd) geben einen intensiv gelben Niederschlag, der in verdünnter Salpetersäure sich nicht löst.

6) Die Quecksilberoxydulsalze (z. B. salpetersaures Quecksilberoxydul) geben einen ziegelrothen Niederschlag.

7) Die Silbersalze (z. B. salpetersaures Silberoxyd) geben einen dunkelrothen Niederschlag.

Bei der Bearbeitung dieser Flüssigkeit mit einer Mineralsäure (z. B. Salzsäure) und Alkohol, erhält man eine Auflösung von grüner Farbe.

9) In dieser letztern Flüssigkeit bringt Aetzkali oder Ammoniak einen schmutzig-grünen Niederschlag hervor.

Es versteht sich von selbst, dass wenn man zur Untersuchung eine reine doppelt chromsaure Kalilösung nimmt, diese alle genannten Reactionen viel deutlicher erscheinen lässt, als wenn diese Lösung nach Abfiltrirung von ausgebrochenen Massen untersucht wird. Wie augenscheinlich auch diese Reactionen, nach denen man immer die Gegenwart von doppelt chromsaurem Kali zu entdecken vermag, sein können, so stösst man doch immer bei ihrer Aufsuchung in Leichen auf mehr Schwierigkeiten, die, erstens davon abhängen, dass das Gift schon theilweise durch Erbrechen entfernt, zweitens vom Organismus aufgenommen und mit ins Blut übergegangen ist, und drittens durch seine Berührung mit dem Eiweiss im Organismus eine Zersetzung erlitten haben kann, woher es sich nicht in seiner eigentlichen Form zeigt. Diess ist übrigens bei doppelt chromsaurem Kali von geringerer Bedeutung, denn in jedem Falle wird man in den zu untersuchenden Excrementen oder Organen entweder das einfache Salz oder Chromoxydsalze finden, und wenn man dann diese Substanz nach der hier unten folgenden Art bearbeitet, immer im Stande sein, das Chromoxydhydrat als Corpus delicti darzustellen.

Am besten ist es dabei auf folgende Art zu verfahren. Nachdem zuerst das in den Därmen und dem Magen enthaltene durch Reagenzpapier und einige oben genannte Reactionen geprüft ist, giesst man es auf eine porzelanene Abrauchschaale und dampft es bis zur Trockenheit ab. Den Rückstand mischt man mit Salpeter und lässt das Gemisch theilweise in einem glühenden Porzellantiegel verpuffen.

Nach Zerstörung aller organischen Stoffe löst man diese Masse in Wasser auf, fügt der filtrirten Flüssigkeit Salzsäure und Alkohol zu und erwärmt sie. Dadurch geht sie aus der gelben in die grüne Farbe über und Ammoniak giebt mit dieser Lösung einen schmutzig-

grünen Niederschlag, der beim Kochen sich noch deutlicher zeigt. Diesen Niederschlag kann man durch Filtriren sammeln und mit Borsäure der oben angeführten Untersuchung unterwerfen. Jaillard bekam dieselben Resultate bei der Untersuchung der Leber und anderer Eingeweide. Ebenso fand er Chrom im Urin der Syphilitiker, die täglich 0,02 bis 0,05 Gram. doppelt chromsaures Kali bekamen. Dabei dampfte er immer gegen 800 Gramm Urin ab und reagirte wie oben gesagt.

Man kann noch einfacher dabei verfahren. Man braucht nur das Residuum, nach dem Abdampfen der zu untersuchenden Flüssigkeiten oder Theile des zerschnittenen Organs (z. B. der Leber), mit starker Schwefelsäure einer Verkohlung zu unterwerfen. Nach dem Verkohlen wird das Residuum mit destillirtem Wasser ausgewaschen und filtrirt; zum Filtrat, das vom schwefelsauren Chromoxyd grün gefärbt ist, setzt man Ammoniak hinzu, worauf der beim Erwärmen sich bildende schmutzig-grüne Niederschlag von Chromoxydhydrat, mit Borsäure der weiteren Untersuchung unterworfen wird.

Nach der gewöhnlich bei uns angenommenen Verfahrungsart bei Entdeckung metallischer Gifte, d. h. die verdächtige Mischung mit chlorsaurem Kali (KO, ClO^5) und Salzsäure zu bearbeiten, kann man auch Chrom entdecken; man braucht nur, statt durch die filtrirte Flüssigkeit Schwefelwasserstoff zu leiten, dieselbe einer Abdampfung zu unterwerfen und nach dem Abdampfen die zurückgebliebene Masse in destillirtem Wasser zu lösen, Salzsäure und Alkohol zuzuthun und, wie oben gesagt, mit Ammoniak zu untersuchen.

Aus dieser kurzen Auseinandersetzung über das doppelt chromsaure Kali und seiner constatirten Wirkung auf den thierischen Organismus, erlaube ich mir folgende Schlüsse zu ziehen.

1) Das doppelt chromsaure Kali gehört zu den scharfwirkenden metallischen Giften. Es muss in eine Reihe mit der arsenigen Säure und dem Sublimat gestellt werden, ja sogar noch zwischen beide, weil es in den meisten Fällen schwächer als Arsenik, aber in vielen stärker, zerstörender als der Sublimat in den Organismus eingreift.

2) Das doppelt chromsaure Kali entfaltet seine giftigen Wirkungen durch die Venen, dann durch den Magen-Darmkanal mit unterbundenem oder offengelassenem Oesophagus (wobei gewöhnlich Erbrechen erfolgt) dann durchs Zellgewebe und zuletzt durch den Mastdarm.

3) Die anatomisch-pathologischen Veränderungen, die wir gewöhnlich in Folge einer Vergiftung von doppelt chromsaurem Kali im

Magen-Darmkanale bemerken, sind denen ähnlich, die bei Arsenik- und Sublimat-Vergiftungen vorkommen: sie zeigen die starke Reizung und Entzündung dieses Organs und deuten somit an, welche Stelle dieses Salz unter den giftigen Mitteln einnehmen soll.

4) Die besten Gegengifte bei Vergiftung durch doppelt chromsaures Kali, sobald noch kein Erbrechen sich eingestellt, sind Laugen, und unter ihnen verdienen wiederum doppelt kohlensaures Natron und Magnesia den Vorzug. Die spätere Behandlungsart unterscheidet sich in Nichts von derjenigen, die man bei Vergiftungen durch andere scharfwirkende Gifte in Anwendung zieht; sie ist folglich, je nach Erforderniss, eine entzündungswidrige, eine einhüllende und zuweilen selbst eine aufregende (italienische Aerzte), je nachdem sie dem allgemeinen Zustande des Vergifteten und den örtlichen Erscheinungen des Magens oder Darmkanals anzupassen ist.

5) Die Entdeckung des doppelt chromsauren Kali in den ausgebrochenen Flüssigkeiten geschieht sehr leicht durch flüssige Reagentien und Borsäure. Schwerer entdeckt man dieses Salz in Leichen. Da es nicht flüchtig ist und weder im Organismus, noch bei der chemischen Untersuchung einer Zersetzung unterliegt, so erlaubt uns dieses Salz immer die Chromverbindungen in den zu untersuchenden Flüssigkeiten oder Organen nachzuweisen. Zweifel, in Bezug auf die sichere Darstellung des Corpus delicti, sind unzulässig.

6) Da von einer Seite die giftige Wirkung des doppelt chromsauren Kalis und von der andern Seite der massenhafte Verbrauch dieses Mittels auf Fabriken zur Bereitung der Farben uns vor Augen liegen, so müsste dieses Mittel in die Liste der scharfwirkenden Stoffe gebracht werden, weil es mit böser Absicht gebraucht werden könnte. Der Verkauf im Kleinhandel muss ebenfalls verboten werden nach den zu diesem Zwecke bereits existirenden Gesetzen, um allen durch Absicht oder Unvorsichtigkeit möglichen Unglücksfällen vorzubeugen. Es versteht sich von selbst, dass man in den Apotheken auch eine Massregel gegen den Ablass grosser Dosen des doppelt chromsauren Kali treffen muss. Es muss in demselben Schranke stehen, wo Arsenik, Sublimat und andere giftige Stoffe aufbewahrt werden.

Anhang.

Nach Untersuchung obigen Gegenstandes, blieb nur noch festzustellen, ob das doppelt chromsaure Kali nicht, wenigstens zum Theile, seine dem thierischen Organismus schädliche Wirkung dem Chrommetalle verdanke. Da dieses letztere in dem Körper nicht assimilirt werden könnte, so müsste eine Vergiftung auf ähnliche Weise zu Stande kommen, wie dies durch andere fremde Metalle geschieht. Dies zu ermitteln habe ich eine Reihe von Versuchen angestellt, deren hauptsächlichste Ergebnisse ich hier folgen lasse.

Es ist wohl bekannt, dass es Metalle gibt, die in jeder Verbindung, in welcher man sie anwendet, vorausgesetzt, dass diese an und für sich löslich, oder lösliche Verbindungen im Organismus einzugehen fähig sind, einmal in den Kreislauf eingetreten, immer ihre schädlichen Wirkungen auf den Organismus äussern. Als Beispiele brauche ich nur die Quecksilber-. und Arsenik-Verbindungen anzuführen. Was letztere betrifft, so hatte ich Gelegenheit, die Wirkung jener Salze zu untersuchen, in welchen die arsenige Säure die Stelle einer Base vertritt, insbesondere jener weinsteinsauren Doppelsalze (émetiques), in welchen die arsenige Säure das Antimonoxyd ersetzend, als Base figurirt. Der Güte des Hrn. Fritsche verdanke ich sehr schöne, meist krystallisirte Präparate von Tartras arsenico-kalicus, von Tartras arsenico-natricus und von Tartras arsenico-ammonicus. Die Wirkung aller dieser Salze erwies sich gleich derjenigen der arsenigen Säure, obwohl letztere in diesen Präparaten ihre Natur als Säure verliert. Kaninchen und Hunde, denen ich diese Salze gab, zeigten dieselben Symptome, welche man bei Vergiftungen mit arseniger Säure wahrnimmt, immerhin die Menge des in denselben enthaltenen Arsens in Anschlag gebracht. Dasselbe lässt sich von den Chromsalzen nicht sagen. Ich habe mit Chromchlorür, mit dem schwefelsauren Chromoxyd, mit dem in Salzsaure gelöstem Chromoxydhydrate, und mit Chromalaun Versuche angestellt, und die Wirkungen dieser Salze immer ähnlich denen der entsprechenden Eisen- oder Mangansalzen gefunden, d. h. ich musste sehr grosse Mengen derselben geben, um eine schädliche Wirkung auf den Organismus der Thiere, mit welchen ich experimentirte, hervorzubringen, und ich fand diese Wirkung immer von einer mehr oder weniger schnellen und vollkommenen Wiederherstellung

gefolgt. Als Grund davon kann man die elementäre Nachbarschaft von Chrom zu Eisen (dem normalen Bestandtheile des Organismus) ihre beinahe gleiche Aequivalente etc. anführen, und es ist auch selbstverständlich, dass durch längere Zeit fortgegebene Dosen dieser Verbindungen, die Symptome einer chronischen Vergiftung hervorbringen mussten. Sieht man ja doch im normalen Zustande vorkommende Metalle, die durch mangelhaften Stoffwechsel nicht schnell genug ausgeschieden werden, den Körper krankhaft verändern. Es geht aus diesen Versuchen hervor, dass die vergiftenden Wirkungen des einfach und doppelt chromsauren Kalis, deren Gehalte an Chromsäure zuzuschreiben sind, welche, wie bekannt, eines der stärkstwirkenden mineralischen Gifte ist. Jedoch scheint es, dass die Chlorochromsäure (die bekanntlich, in Berührung mit Wasser, in Chlorwasserstoff — und Chromsäure sich rasch umwandelt), mit welcher ich ebenfalls einige Versuche angestellt, die Chromsäure an Giftigkeit noch übertrifft, in so weit jene zerstörender auf die Gewebe, mit welchen sie in Berührung kommt, einwirkt.

III.

Zur Toxikologie der Cyanmetalle *).

Wirkung der Blausäure auf den Organismus. — Analoge Wirkung dieser Säure und der Cyan-Verbindungen. — Chemische Zusammensetzung der Cyanmetalle und deren wichtigste Metamorphosen. — CLXXX Versuche an verschiedenen Thieren. — Praktische Folgerungen und Anwendungen auf die gerichtliche Medizin und die Sanitäts-Polizei.

In meinem „Versuche einer Anwendung der neuesten physikochemischen Forschungen auf die Lehre von den Giften" **), habe ich über die Wirkung giftiger Substanzen auf den animalischen Organismus vorzüglich drei Hauptsätze aufgestellt, und wissenschaftlich zu begründen versucht. Nämlich: „1. Substanzen, die sich unter gewöhnlichen Bedingungen durch die Wirkung des Wassers, schwacher alkalischer oder saurer Auflösungen schnell metamorphosiren und dabei neue, in ihrer Zusammensetzung ganz abweichende, Verbindungen liefern, gehören, mögen sie nun lokal zerstörend, oder ohne alle lokale Störung wirken, sicherlich zu den giftigen. 2. Die Wirkung der Gifte wird durch ihre chemische Zusammensetzung oder Eigenthümlichkeit, durch die Zahl und das Verhältniss der sie bildenden Atome (Molekeln) bestimmt; desshalb liefern analog zusammengesetzte und gleichmässige Reactionen ergebende Substanzen auch analoge Wirkungen. — 3. Der Grad der Wirkung analoger Substanzen hängt nicht immer von den elektro-chemischen Eigenschaften der Elemente oder der zusammengesetzen Gruppen, aus denen sie bestehen, ab; sondern er wird durch die rationelle Ansicht von der Stellung der Atome und von dem Volumen und den Aequivalenten der verschiedenen einfachen Körper, welche gleichsam abgesonderte Gruppen mit eigenthümlichem, chemischem Charakter bilden, erklärt."

---

*) Aus der Prager Vierteljahrschrift, Jahrgang 1856.

**) In russischer Sprache im, ebenfalls russisch erscheinenden „Militair-Medizinal-Journal" St. Petersburg. September und December 1854.

Seit dem Erscheinen dieses „Versuches“ nun sind mir von verschiedenen Seiten Anfragen und Bemerkungen zugekommen, insonderheit aber fragt man mich, welchen praktischen Nutzen eine solche genaue theoretische Analyse gewähre, die weder mit der Toxikologie, noch auch mit der Pharmakologie in sichtlicher Verbindung stehe? und bemerkt man mir, dass jene Hauptsätze nichts, als Hypothesen sind, denen noch die praktische Bethätigung abgehe. Diese Frage möge nun folgender Aufsatz beantworten, und mich auch zum Theil gegen die erwähnte Bemerkung rechtfertigen; zum Theil, sage ich, denn die von mir, zur Erläuterung der Wirkung der Cyanverbindungen, hier berichteten Versuche an Thieren bilden nur einen geringen Theil aller derjenigen, welche ich bisher anstellte und noch fortsetze, um die Richtigkeit jener Hauptsätze für die, auf den chemischen Bestandtheilen und den Metamorphosen der Gifte beruhende, Wirkung derselben auf den animalischen Organismus praktisch darzuthun. Diese Versuche bilden also gleichsam nur ein einzelnes Beweisglied, und ich bitte daher, diesen Aufsatz nur als eine Erläuterung oder beispielweise Ausführung jener über die Gifte überhaupt ausgesprochenen Ansicht zu betrachten.

Die furchtbare Wirkung sowohl der wasserfreien, als der wasserhaltigen Blausäure ist bekannt. Seit Entdeckung derselben (durch Scheele, 1782), ihrer Darstellung auf trockenem Wege (durch Ittner 1809) und der genauen Untersuchung ihrer chemischen Eigenschaften (durch Gay-Lussac, 1815) haben Schrader, Emmert, Coullon, Ittner, Robert, Gazan, Callies, Magendie, Orfila, Christison, Nunnely, Robiquet, Simpson, Hertwig, Jörg, H. Meyer, Cogswell, Stannius, Kölliker u. A. durch vielfache Beobachtungen und Untersuchungen, wenn auch nicht die räthselhafte Natur dieses furchtbaren Giftes, so doch wenigstens den Gang und die Reihenfolge der durch dasselbe hervorgerufenen Symptome erläutert. Die allgemeine Meinung ist, dass die Blausäure für warmblütige Thiere das stärkste und am schnellsten tödtende von allen Giften sei. Aber meine neuesten Versuche an einem Fuchse, an Hunden, Katzen, Kaninchen, Ratten, und verschiedenen Vögeln, berechtigen mich zu der Behauptung, dass das Nikotin, wenn es auch nicht die Blausäure an Schnelligkeit der Wirkung übertrifft (Albers), derselben doch wenigstens darin nicht nachsteht. — Meine Versuche mit der Blausäure ergaben mir den von Coullon*) beschriebenen, ähnliche Symptome, und ich

*) Coullon, Recherches et considérations médicales sur l'acide cyanhydrique etc. Paris 1819.

fand die von Orfila*) vorgeschlagene Eintheilung der Wirkung dieses Giftes in drei Perioden nicht allein für Hunde, sondern auch für andere Carnivoren und für Herbivoren in allen Fällen bestätigt, in welchen der Tod nicht unverzüglich nach dem Eingeben erfolgte. Ich bemerke nur, dass ich in der dritten Periode fast immer ein eigenthümliches erschwertes Athmen vorfand, welches der Ausdruck „stertorisch“ (Coullon) nicht stark genug bezeichnet; das Thier sucht dabei, das Maul öffnend, Luft einzuziehen, wobei eine rasche Zusammenziehung der Brust-, Bauch- und der den Kopf beugenden Hals-Muskeln erfolgt. Diese Erscheinung dauert mehrere Minuten (bisweilen eine halbe Stunde und noch länger) und wiederholt sich nach einer Pause von 3, 5, 10, oder noch mehr Secunden, bei allgemeiner Gefühllosigkeit, comatösem Zustande und steigender Abnahme des Herzschlages. Die hier angeführten Symptome sind denen von Emmert in seiner Inaugural-Dissertation „De venenatis acidi borussici in animalia effectibus“ (Tubingae 1805), sehr ähnlich**). Und dennoch erfolgt bisweilen auch nach solchen Erscheinungen, vollkommene Genesung der Thiere, ohne alle fremde Hilfe. Dagegen aber bemerkte ich keinen grossen Nutzen weder vom Blutlassen, noch vom Begiessen mit kaltem Wasser, noch von verschiedenen anderen anempfohlenen Mitteln, in solchen Fällen, in welchen die eingenommene Dosis gross, oder die angewandte Blausäure ziemlich (40—50 pCt.) concentrirt war. Deshalb bin ich geneigt, eine solche Genesung der Thiere eher von dem

---

*) Traité de toxicologie, 5. édition, Paris 1852. T. 2. p. 329: „On peut raporter à trois périodes les symptômes éprouvés par l'homme et par les chiens, à qui on a fait prendre des doses d'acide cyanhydrique, qui ne les tuent qu'au bout de dix, douze, quinze ou vingt minutes. Dans la première, de peu de durée, ils ont des vertiges, leur tête semble lourde et leur démarche est chancelante; la respiration est difficile et les battements du coeur plus forts. A l' instant même commence la seconde période, pendant laquelle il y a des convulsions atroces avec renversement de la tête en arrière, roideur de tous les membres, et une insensibilité générale. A cet effet, qui dure une ou plusieures minutes, succèdent les symptômes de la troisième période, qui consistent dans un coma grave, avec relâchement de tous les muscles et une grande insensibilité; on dirait l'animal mort, si on ne le voyait respirer, et si l'on ne sentait pas les battements du coeur. Cette période beaucoup plus longue que les deux autres, se termine par la mort, si les animaux ne sont pas convenablement secourrus, quelquefois elle est interrompue par des nouveaux accés tétaniques de peu de durée“ etc.

**) „Jam demum, vel paulo antea respiratio fit rarior, saepius per minutam cessat, tum redit facie angulisque oris, quod saepe latius patet, distortis, capite depresso ac ventre valde commoto. Simul cum respiratione etiam cordis pulsus fiunt rariores et debiliores, cessantque paulo post cessantem respirationem.“ o. c. p. 22.

Grade der Concentrirung und der Quantität des Giftes, als von der Wirkung therapeutischer Mittel und von Gegengiften abhängig zu betrachten. Die Untersuchung unmittelbar nach dem Tode zeigte das Herz pulsirend und von dunklem Blute überfüllt, die Reizbarkeit der Nerven und Muskeln bald darauf abnehmend; die Todtenstarre stellte sich, je nach dem die angegebenen Symptome mehr oder weniger intensiv auftraten, früher oder später ein.

Bei Oeffnung der durch Blausäure vergifteten Thiere fand ich die Symptome von Hyperämie des Gehirns und seiner Membranen nicht constant; Exsudate aber, sowohl im Kopf- als auch im Rückenmarke beobachtete ich kein einziges Mal. In einem Falle traf ich einen Bluterguss in der linken Hemisphäre des Gehirns, in Folge einer Vergiftung nicht durch Blausäure selbst, sondern durch eine Verbindung derselben (wovon unten die Rede sein wird). Die grossen Venenstämme und den rechten Herzventrikel fand ich stets mit dunklem, flüssigem Blute überfüllt, bisweilen ein Oedem einer oder beider Lungen, die grossen Lebergefässe waren auch hyperämisch, im Magen und den Eingeweiden nichts Besonderes, bisweilen Injectionen der Capillargefässe und cadaveröse Hypostasen. Der charakteristische Geruch von bittern Mandeln ist bei der Intoxication durch officinelle Blausäure keine constante Erscheinung. — In denjenigen Fällen, in welchen der Geruch der Blausäure, d. h. bitterer Mandeln, ziemlich merklich war, wurde das Vorhandensein dieser Säure vermittelst einfachen Ueberdestillirens des im Magen Enthaltenen und Niederschlagens des Cyan-Silbers aus der überdestillirten Flüssigkeit mittelst des salpetersauren Salzes dieses Metalls, leicht entdeckt. In solchen Fällen zeigte auch die Probe von Lassaigne (mit Eisen - Oxyd - Oxydul - Salze und Chlorwasserstoffsäure), die Liebig-Taylor'sche Methode (mit Schwefel-Ammonium und Eisenoxydsalz) und sogar Behandlung mit schwefelsaurem Kupferoxyd (Lassaigne, Devergie) u. A. das unzweifelhafte Vorhandensein von Blausäure in der untersuchten Flüssigkeit an. War aber der Geruch kaum oder gar nicht merklich, so gelang es mir, sogar bei der sauren Reaction oder beim Zusetzen von verdünnter Schwefelsäure zu dem im Magen Enthaltenen, nicht, weder in der überdestillirten, noch in der aus der untersuchten Masse durchfiltrirten Flüssigkeit, das Dasein von Blausäure zu entdecken. Hierdurch wird zwar die Meinung bestätigt, dass der Bittermandelgeruch das vornehmlichste Zeichen des Vorhandenseins von Blausäure sei; aber es wird kaum nöthig sein, zu beweisen, dass man ihn nicht für das sicherste, untrüglichste und

allein ausreichende Zeichen erklären dürfe. Ueberhaupt muss, wie in allen Fällen der gerichtlichen Medizin, so auch in diesem, nicht ein einzelnes, besonderes Anzeichen, sondern die Gesammtheit und Uebereinstimmung aller, der Beurtheilung, wenn sie eine wissenschaftliche und zu Recht beständige sein soll, zu Grunde gelegt werden.

Nach dem charakteristischen Geruche, liefert die Reaction mit salpetersaurem Silber ein sicheres Kennzeichen. Das dadurch gewonnene Cyansilber lässt (in Folge der Empfindlichkeit dieser Reaction) die geringsten Spuren von Blausäure auffinden. Die weitere Untersuchung des Cyansilbers, um dasselbe von den übrigen weissen Niederschlägen der Verbindungen des Silbers zu unterscheiden, muss zuerst in dem Versuchen mit schwacher Salpetersäure bestehen. Wenn der weisse schwere Niederschlag sich in dieser Säure nicht auflöst, so ist dies ein Beweis, dass derselbe entweder Cyan- oder Chlor-Silber enthält, das erstere aber löst sich in der Salpetersäure beim Erhitzen, oder in Chlorwasserstoffsäure auf, wobei sich die Blausäure absondert, während das letztere unter diesen Bedingungen unverändert bleibt. Die dabei sich absondernde Blausäure kann wiederum zum Niederschlagen des Cyansilbers dienen, und endlich kann aus dem letzteren, wenn nicht weniger, als 0,05 Grammen desselben erhalten werden, Cyan in einer dünnen Glasröhre durch Erhitzen abgesondert werden, welches beim Brennen eine charakteristische, purpurrothe Farbe gibt; oder, bei sehr geringer Quantität (1/2 Milligramm), wird das Cyan durch Behandlung mit reinem Kalium, indem man dieses mit Cyansilber in einer dünnen Glasröhre bis zu dunkler Glühhitze erhitzt, entdeckt. Das dabei erhaltene Cyankalium wird in einigen Tropfen destillirten Wassers aufgelöst, und die Auflösung durch Hinzuthun etlicher Tropfen schwefelsauren Eisenoxyd-Oxyduls und Chlorwasserstoffsäure untersucht, wobei ein Niederschlag oder eine Färbung von blauer Farbe (Berlinerblau) erhalten wird. (Weitere Einzelnheiten und eine kritische Beurtheilung der verschiedenen Methoden die Blausäure zu untersuchen, siehe bei Orfila, in dem angeführten Werke, Seite 345—406).

Diese Bemerkungen über die Blausäure schickte ich voraus, um die Vergleichung der Eigenschaften und Wirkungen mit den Eigenschaften und Wirkungen der Cyanverbindungen zu erleichtern.

Ueber die letzteren sind die Ansichten, ungeachtet der von Coullon, Emmert, Magendie, Schubarth, Robiquet, Malagutti, Guyot, Sarzeau, Ollivier d'Angers, Kapeler, Orfila, Chris-

tison, D'Arcet, Letheby, Smart u. A. veröffentlichten Versuche und Beobachtungen nicht blos ziemlich schwankend, sondern sogar einander widersprechend. Orfila stellte nur mit dem Cyankalium und dem Cyanquecksilber Versuche an, und fand, dass sie in ihrer Wirkung der Blausäure gleich kämen. Christison schreibt dem Cyankalium und Cyanammonium giftige Eigenschaften zu, bemerkt jedoch, dass die dreifachen Cyanverbindungen (triple prussiates), wie z, B. die Eisen-Cyanüren, der giftigen Eigenschaften der Blausäure entbehren. Die ausführlichste, obgleich schon ältere Besprechung, finden die Cyanverbindungen in oben erwähnter Schrift von Coullon, dessen Endresultate ich hier vollständig beifüge.*) Daher

---

*) Dans les essais que je tentai avec ces différens sels, soit en en composant une pâte avec de l'eau, soit en employant leur dissolution, soit enfin, en en saupoudrant seulement les animaux, comme je le fis quelquefois à l'égard des limaçons; je vis:

1) Que de quelque manière que je donnasse le prussiate de fer (hydrocyanate de fer), de manganèse et de titane, ils n'étaient point des poisons pour les chats, les moineaux, les limaçons, et probablement pour tous les animaux;

2) Que celui de plomb, donné en bol gros comme deux pois à un moineau, et jeté en pordre sur un limaçon, ne fit point périr ces individus; il détermina seulement chez le premier une tristesse de quelques minutes;

3) Que celui d'étain, donné ans les mêmes forme et quantité que le précédent, n'a rien fait, à 2 limaçons, mais a fait mourir 2 pinsons en deux heures et demie.

4) Que celui de cuivre, répendu en poudre sur 2 limaçons, et administré à différentes reprises, à la dose de 4 grammes (un gros) à un petit chat âgé de quelques jours, ne fut nuisible à aucun d'eux; mais il ôta la vie, en une demi-heure, à 3 moineaux, auxquels j'en avais fait avaler gros comme un noyau de cerise;

5) Que celui de zinc, dont je fis prendre un magma du volume d'une noisette à un chat de deux mois, puis gros comme un noyau de guigne à un moineau, procura au 1er cinq vomissements et une selle au bout d'une heure, et donna la mort au 2e en cinq quarts-d'heure de temps, ainsi qu'à 2 limaçons, qui en reçurent une pincée;

6) Que plusieurs gouttes de dissolution de prussiate de chaux (hydrocyanate de chaux) avalées par un pinson, autant versées zur 5 limaçons, firent périr ces derniers en quatre heures, après qu'ils eurent rendu une matière visqueuse jaunâtre, et le premier en une heure et demie, au milieu des convulsions et des roideurs tétaniques;

7) Que le prussiate de soude (hydrocyanate de soude) dissous, dont j'égouttai la liqueur sur deux limaçens, et de laquelle je donnai aussi 50 gouttes à un petit chat de deux jours, a tué chacun de ces êtres dans l'espace de deux à trois heures; mais il en a fallu une grande quantité, et m'y reprendre à plusieurs fois, pour faire mourir un moineau;

8,) Que ceux de potasse (hydrocyanate de potasse pur et hydrocyanate de potasse ferrugineux) ont produit le même effet sur des limaçons et des moineaux, en causant quelquefois à ces derniers un vomissement,

M, Gazan s'est de même assuré de leur action mortifère sur des moineaux et sur un chien qu'il a tués avec 2 gros.

stellte ich mir die Aufgabe, durch einige Versuche an Thieren auf Grundlage der chemischen Zusammensetzung und der Metamorphosen der verschiedenen Cyanverbindungen, deren Wirkung auf den Organismus im Verhältniss zur Blausäure zu bestimmen. Ich beginne mit den Cyanmetallen, und halte diesen Gegenstand für ziemlich wichtig; denn in neuester Zeit werden nicht blos einige Cyanmetalle, wie z. B. Cyankalium, Cyangold u. A. in der Technik (Photographie, Galvanoplastik) gebraucht, wodurch sie allgemeiner verbreitet werden, sondern man hat sie auch in der medizinischen Praxis zu benutzen angefangen und es sind schon nicht wenige Unglücksfälle die Folge unvorsichtigen Verordnens dieser giftigen Substanzen gewesen*).

Dabei kann ich noch zwei Umstände nicht übergehen, welche mich zur unverzüglichen Bekanntmachung meiner Versuche bestimmen. Der erste ist: die noch bis jetzt bestehende Ungenauigkeit in der Nomenclatur dieser Medicamente, in Folge welcher oft zwei in ihrer Wirkung ganz verschiedene Mittel mit demselben Namen bezeichnet werden. So heissen z. B. Zinkeisencyanür und Cyanzink in neueren Pharmakopöen Zincum hydrocyanicum s. borrusicum, so dass, um letzteres von ersterem zu unterscheiden, Kopp die Namen:

M. Callies dit aussi avoir produit un léger mal-aise à des chiens, en leur donnant le prussiate de potasse du commerce à la dose d'un gros à 2 gros et demi, et constamment la mort avec 3 gros ou un peu plus; tandis que plusieurs onces de cet hydrocyanate préparé avec des soins particuliers, n'ont produit aucun accident.

Au reste, un effet constant de ce sel. d'après MM. Wollaston et Marcet, est de passer promptement aux urines, dans lesquelles la chimie le retrouve tout entier.

9) Je vis que 2 gouttes de prussiate d'ammoniaque (hydrocyanate d'ammoniaque), anéantirent un moineau en trois minutes, tantis que la même quantité ne causa qu'un assoupissement à un autre, dont il revint en une demi-heure; mais 5 gouttes le tuèrent en quatre minutes; une chienne à laquelle j'en fis prendre d'abord 200 gouttes, et peu après 60 autres, la firent premièrement vomir, et périr après vingt-quatre heures de souffrances avec tous les signes d'un poison irritant.

10) Parmi tous ces prussiates, je crus remarquer que celui de mercure (cyanure de mercure) méritait une attention particulière, en ce qu'il est d'une solubilité *extrême*, et qu'à petite dose, il tue avec la même promptitude que l'acide, les chiens, les chats, les moineaux, les grenouilles, les limaçons, les chenilles, les puces, etc.; et cela avec quelques-uns des symptômes décrits à l'article Acide; comme plusieurs sels, ce cyanure phlogose les membranes.

*) So zum B. die von Orfila in der angeführten Schrift II. 413 (aus den Annales d'hygiène publique, T. XI, an. 1834 und aus der Gazette des Tribunaux, 13 Decembre 1842 entlehnten) und von Weidner in Froriep's Notizen, 1845 Nr. 706, erwähnten Fälle.

Zincum hydrocyanicum und Zincum hydrocyanicum sine ferro vorschlägt, — als ob das Eisen hier eben so viel bedeute, als etwa der Zucker in manchen Pulvern*). Bei dieser Ungenauigkeit der Nomenclatur kann es leicht geschehen, dass der Arzt unschädlich wirkendes Zinkeisencyanür verschreibt, man ihm aber giftiges Cyanzink ablässt, weil der Apotheker den willkührlichen Zusatz: sine ferro welcher keinen logischen Sinn hat, nicht kennt oder vergisst; wie denn ein solcher Fall mir vor Kurzem in praxi vorgekommen ist.

Der zweite Umstand ist der unlängst erschienene Aufsatz des Hrn. Dr. Murawjew: „Oxyda metallorum cyanata"**), in welchem der Verf. nicht nur die Unschädlichkeit, sondern sogar den therapeutischen Nutzen verschiedener Cyanmetalle vertheidigt. Er sagt unter Anderem: „Die Meinung einiger Aerzte, wie z. B, Coullon's, dass Verbindungen der Metalle mit Blausäure schädlich seien, ist weniger auf praktische Beobachtungen, als auf den Ausspruch einiger Werke begründet und ist auch wahrscheinlich die Ursache, dass man selbst Cyanuretum zinci ferrosum, dieses unvergleichliche und oft durch nichts zu ersetzende Mittel, selten anwandte. Die schädlichen Eigenschaften der Blausäure verschwinden gänzlich in der Verbindung mit Metallen und ihre Wirkung beschränkt sich auf die Verminderung des krankhaft gereizten Zustandes der Nerven. Ich glaube selbst dass sich, bei der Bereitung von Oxydum zinci cyanatum, nicht so sehr die Blausäure mit dem Zink verbindet, als die Schwefelsäure mit der Basis, während die Blausäure grösstentheils frei wird, wäh-

---

*) Synonimen des Zinkeisencyanürs, nach verschiedenen Pharmakopöen: zincum ferroso-cyanatum, zincum hydracyanicum s. borussicum, zincum ferroso-hydrocyanicum s. cum ferro, zincum borussicum cum ferro, ferro-cyanetum kalico-zincicum, kalium zinco-ferro- hydro-cyanatum, ferro-zinco-cyanetum potassii u. s. w. Dosis: gr. 1 bis gr. 3 mehrmals täglich, in Gestalt von Pulvern, Pillen, Plätzchen, Augenbähungen. Nach Sobernheim (Tabulae pharmacologicae) 1/2, 1, 2, grana, bis terve de die caute adscendendo.

Synonimen des Cyanzinks: zincum cyanatum, cyanogenatum, zincum hydrocyanicum s. borussicum, s. zooticum sine ferro, cyanetum s. cyanuretum zinci s. zincicum, prussias s. hydrocyanas s. cyanhydras zinci s. zincicus. (Die Lehre von den chemischen Arzneimitteln und Giften von Duflos 2. Aufl. 1848. S. 399). — Dosis: 1/6 bis 1/2 grani, allmälig steigend. Handbuch der Heilmittellehre von Oesterlen. 1854. S. 174). Kopp verschrieb 1/8, 1/12 gran. alle 2 Stunden. Sobernheim empfiehlt 1/8, 1/4, bis zu 1 gr. pro dosi, 2 bis 3 Mal täglich. (Diese letztere Dosis, d. h. ein Gran 3 mal täglich, halte ich für gefährlich.

**) Aus der medizinischen Zeitung Russlands 1856, Nro. 8, 9.

rend das Zink oxydirt; daher ich auch für solche Präparate die Benennung oxyda cyanata, ferrosa oder ferrocyanata beibehalte."

Nun fragte sich aber, mit welchem Rechte Hr. Murawjew, ohne eigene zu diesem Zwecke angestellte Versuche, jene Meinung verwirft, und sie, obschon die Wirkung starkgiftiger Substanzen hier in Rede steht, willkührlich deutet, während er dies doch nur in Folge toxikologischer Forschungen hätte thun sollen? Ferner ist sehr zu bezweifeln, ob Hr. Verf. Coullon's Abhandlung nur gelesen, und wenn dies dennoch der Fall, wie konnte er denselben so missverstehen? Coullon gleich ihm, jedoch nach vielen angestellten Versuchen, erklärt eine Reihe von Cyanverbindungen als dem thierischen Organismus nicht schädlich. Welch einen triftigen Grund hat der Verfasser zu behaupten, dass die schädlichen Eigenschaften der Blausäure in ihrer Verbindung mit Metallen gänzlich verschwinden, wenn er keine Versuche und Beobachtungen über die Wirkungen dieser Verbindungen aufweist? Denn Hr. M. verschrieb seinen Kranken nicht Cyanmetalle, sondern Eisencyanüre*), wie aus seiner Beschreibung einiger der von ihm angewandten Präparate erhellt, als: oxydi bismuthi (ferro-) cyanati, oxydi cupri cyanati. Zwar ist die Beschreibung des oxydi zinci cyanati bei dem Verfasser nicht genau, aber da er an zwei Stellen dasselbe Präparat, auch oxydum zinci ferro-cyanatum nennt, so sieht man, dass er sich ohne Zweifel nicht des Cyanzinks, sondern des Zinkeisencyanürs bediente. Anders kann es auch nicht sein, denn welcher Kranke könnte Dosen von 8 Gran, noch dazu mehrmals (4 bis 6 mal) täglich von einer Substanz vertragen, welche in ihrer Wirkung der Blausäure sehr nahe kommt? Die oxyda argenti, cadmii, plumbi, mangani cyanata des Verf. waren auch ohne Zweifel Eisencyanüre, und um so mehr noch seine oxyda stanni und antimonii cyanata; denn einfache Cyanverbindungen dieser Metalle darzustellen, gelang bis jetzt noch keinem Chemiker. In welcher Absicht aber gebrauchte der Verf. die Benennung: oxydum cyanatum, welche nichts bedeutet, und den Arzt, wie den Apotheker zu Irrthümern verleiten kann? Was soll der Apotheker ablassen, wenn z. B. der Arzt oxydum argenti cyanatum

---

*) Weiter unten erläutere ich, in chemischer und toxikologischer Hinsicht, den Unterschied zwischen den Cyanverbindungen und den Eisencyanüren der betreffenden Metalle.

verschreibt? Ohne Zweifel — Cyansilber; weil nämlich Einige (ohne genaue Sachkenntniss, nur auf Grundlage der scheinbaren Analogie der Cyanverbindungen mit den Amphidsalzen), Benennungen, wie folgende: blausaures Kali für Cyankalium, blausaures Zinkoxyd für Cyanzink, vorgeschlagen haben, — so müsste es auch blausaures Silberoxyd für Cyansilber heissen, d. i. gerade das oxydum argenti cyanatum des Hrn. Murawjew. Doch der Hr. Verf. wendet vielleicht zu seiner Vertheidigung ein, dass ja seiner Meinung nach, die Blausäure während der Bereitung des oxydi zinci cyanati grösstentheils frei werde, während das Zink sich oxydire. Darauf bemerke ich, dass in einer Wissenschaft, wie die Chemie, die Meinungen über die Zusammensetzung der Körper und deren Reaction unter einander sich auf genaue Analysen gründen müssen: dass aber bis jetzt weder der Hr. Verf., noch sonst Jemand dargethan hat, dass im Cyanzink oder auch nur im Zinkeisencyanür das Zink in Gestalt eines Oxyds vorkomme, oder dass die Blausäure, bei Bereitung des Cyanzinks, aus dem schwefelsauren Zinkoxyd und dem Cyankalium (oder bei Bereitung des Zinkeisencyanür's, aus dem schwefelsauren Zinkoxyd und dem gelben Blutlaugensalze, d. h. dem Kaliumeisencyanür) grösstentheils frei werde. Willkührliche Meinungen und Hypothesen bringen, wie überhaupt, so auch in der praktischen Medizin, keinen Nutzen; sie sind obendrein, wenn von der Zusammensetzung und der Wirkung giftiger Substanzen, die noch dazu zum therapeutischen Gebrauche anempfohlen werden, die Rede ist, besonders gefährlich und folglich — durchaus unstatthaft.

Nach dem mir selbst vorgesteckten Plane werde ich nun die chemische Zusammensetzung der Cyanmetalle und ihre Hauptmetamorphosen unter ähnlichen Bedingungen, wie die im lebendigen Organismus vorkommenden, untersuchen, darnach ihre Wirkung auf den thierischen Organismus im Vergleiche mit anderen giftigen Substanzen bestimmen, und jede meiner Behauptungen durch Untersuchungen an Thieren belegen. Zum Schlusse aber der so geführten Untersuchung werde ich einige praktische Folgerungen und Anwendungen auf die gerichtliche Medizin und die Medizinal-Polizei vorschlagen.

Die Verbindungen des Cyans mit Metallen, die Cyanmetalle (cyanures métalliques), welche als den Wasserstoff der Blausäure durch Metall ersetzend erscheinen, gehören in dieser Beziehung zu dem Typus der Chlorwasserstoffsäure, d. i. zum dritten nach der Gerhardt'schen Eintheilung. Und in der That, der Typus der sogenannten Halloidverbindungen kommt den Blausäureverbindungen am nächsten.

Jedoch entspricht diese Säure, als Nitryl der Ameisensäure betrachtet, nicht in allen Fällen den Wasserstoffsäuren*), und desshalb entsprechen auch die Verbindungen, welche in Folge des Ersetztwerdens des Wasserstoffs durch irgend ein Metall entstehen, nicht ganz den Halloid-Salzen. Dies ist leicht verständlich, denn der Wasserstoff der Blausäure ist weniger ein metallischer Wasserstoff, als vielmehr ein copulirter, zu dem Ammoniak gehörender, mit einem Worte: er ist das letzte Aequivalent Wasserstoffs, welches von dem Ammoniak, nach der Ausscheidung von vier Aequivalenten Wassers aus seinem ameisensauren Salze, nachblieb, und eben so, wie im Ammoniak ein, zwei, oder sogar alle drei Aequivalente seines Wasserstoffs durch ein Metall ersetzt werden können, — so gilt es in der Blausäure nur für das allein nachgebliebene Aequivalent. Daraus entspringt auch die Eigenthümlichkeit der Cyanverbindungen, dass sie mit andern Halloid-Salzen keine Doppelzersetzung ergeben, sondern vielmehr bisweilen mit ihnen zusammengesetzte krystallinische Körper bilden. Wird z. B. eine Auflösung von Quecksilbercyanid mit Jodkalium gemischt, so ergibt sich kein rother Niederschlag von Quecksilberjodid, wie bei der Mischung desselben Jodkalium mit Quecksilberchlorid, sondern man erhält, statt dieser charakteristischen Reaction, Krystalle in Gestalt von Perlmutterblättchen: diese sind eine directe Verbindung des Quecksilbercyanids mit dem Jodkalium. Aehnliche Beispiele liesen sich viele anführen.

Einen andern Beweis der Analogie des Wasserstoffs der Blausäure mit dem Wasserstoffe des Ammoniaks finden wir in eben einer solchen besondern Neigung desselben, sich von denselben Metallen ersetzen zu lassen. So ergeben, ohne hier das Kalium, welches dem Wasserstoffe am nächten steht (und anderer alkalischen Metalle) zu erwähnen, von den schweren Metallen: Zink, Kadmium, Kupfer, Quecksilber, Silber u. s. w. am leichtesten Cyanverbindungen; die Metalle aber, welche sich der Reihe der Säuren nähern, als: Eisen, Chrom, Mangan, Kobalt u. s. w. bilden viel schwerer ähnliche Cyanverbindungen; und endlich die Metalle, welche zur Reihe der Säuren gehören, als: Wismuth, Zinn, Antimon, Arsenik u. a. ersetzen den

*) Ihre Eigenthümlichkeit ist allen Chemikern bekannt, z. B. ihre Unfähigkeit, sich mit einem Kalihydrat in einer wässerigen Auflösung zu sättigen; ihre Wirkungslosigkeit auf kohlensaure Salze; ihre Beziehung zu Bittermandel-Oel, u. s. w. (Siehe meinen oben angeführten „Versuch einer Anwendung“ u. s. w. II. S. 37).

Wasserstoff gar nicht. Auch wissen wir, dass im Ammoniak das Antimon und das Arsenik eher an Stelle des Stickstoffes, mit dem sie zu einem Typus gehören, als an Stelle des Wasserstoffs treten können*). Uebrigens gibt es einen Fall, in welchem der Charakter des Wasserstoffs der Blausäure sich ändert, nämlich bei den zusammengesetzten Blausäuren, d. i. wenn irgend ein Cyanmetall mit der Blausäure verbunden ist, wobei eine neue, energische Säure mit einem, zwei (vier) oder drei Aequivalenten Wasserstoff gewonnen wird, welche durch jedes Metall, sogar durch Wismuth, Zinn, Antimon u. a. ersetzt werden können. Aber dann tritt schon eine Translocation der Atome der Blausäure ein, sie erscheint in einer neuen Verbindung, gleichsam als nur mit der Nitrylgruppe isomer.

Ich habe schon in dem erwähnten „Versuche" gezeigt, welchen grossen Einfluss der Isomerismus und Dimorphismus auf den chemischen Charakter verschiedener Körper und die Art ihrer Wirkung auf den Organismus äussern. Bei Anwendung dieser Bemerkung auf die Cyangruppen finden wir, dass nicht nur in der Blausäure allein, sondern auch in andern Cyanverbindungen der Isomerismus (oder Polymerismus) die Erzeugung von Körpern von verschiedener Consistenz bedingt, die folglich auch, hinsichtlich ihrer Metamorphose und Wirkung auf die animalische Oekonomie, einen verschiedenen Charakter haben. Hier genüge es zu erinnern: an das Cyan selbst und das Paracyan, oder die Verdichtung einiger Theile des ersteren; an den Cyanäther (Propionitryl) und das Cyanaethin, d. i. die Verdreifachung aller Aequivalente dieses Aethers; an die Cyan-, die Cyanür-, die Cyanil-Säuren und an das Cyamelid oder die Verdichtung einiger Theile der Cyansäure; an das gasförmige Chlorcyan und an die Verdichtung einiger Theilchen desselben in Gestalt von flüssigem und festem Chlorcyan; an die Verbindung mehrerer Theilchen im Cyanamid, Dicyanamid, Tricyanamid und an die daraus entstehenden Körper, die unter den Namen Melam, Melamin, Mellon und Hydromellon bekannt sind. Alle diese Körper erscheinen als mit den ursprünglichen Körpern, aus denen sie sich bildeten, polymerisch; sie sind nur durch eine bestimmte Zahl multiplicirte Aequivalente der

*) Hiermit müssen die directen Verbindungen der Blausäure mit den Chlormetallen z. B. mit dem Eisenchlorid, mit dem Zinnchlorid, mit Antimonsuperchlorid, mit dem Titanchlorid nicht verwechselt werden; alle diese Verbindungen sind sehr lose und werden an der Luft oder im Wasser, unter Ausscheidung von Blausäure, leicht zersetzt (Liebig, Annalen der Chemie und Pharmacie, LXXVII, 102).

letzteren; aber zugleich mit der Multiplication geht auch eine Translocation ihrer Molekeln, eine andere Stellung, eine andere Combination derselben vor, welche einen andern Charakter der Reaction und Metamorphose bedingt. Diese neue Combination kann sogar ohne Multiplication der Aequivalente eines Körpers vor sich gehen, nur in Folge einer blossen Veränderung in der Anordnung der ihn bildenden Molekeln, einer Veränderung, welche von dem Einflusse des Lichtes, der Wärme, der Elektricität, oder, mit einem allgemeinen Ausdrucke, von dem Einflusse imponderabler Agentien abhängt. Ein Beispiel davon sehen wir im cyansauren Ammoniak und dem mit ihm isomeren Harnstoff, eben so wie im Polymorphismus der einfachen Elemente, als Phosphor, Schwefel u. s. w. — Aber worin besteht diese Translocation der Molekeln? Diese Frage fällt mit einer andern zusammen, nämlich: in welcher Weise die Atome in irgend einem einfachen oder zusammengesetzten Körper geordnet sind? — und ist folglich eben so schwer zu lösen. Auch ist es uns hier gleichgültig, ob in der eisenhaltigen Blausäure (Wasserstoffeisencyanür) ein besonderes Radical, welches Gay-Lussac vorschlug und Liebig und andere Chemiker annahmen, das sogenannte Cyanoferre, enthalten sei, oder ob hier „das elektronegative Verhalten der Blausäure gegen Basen bedeutend vermehrt sei, in Folge des bestimmten Vereinigungsstrebens des Eisencyanürs zu andern Cyanüren", wie Berzelius vorschlägt. Wir sehen hier nur eine Veränderung in der Stellung der Atome, eine andere Feststellung des Gleichgewichtes und bemerken zugleich die Multiplication des Aequivalents, welche analog durch die ganze Cyangruppe nachgewiesen werden kann.

Ich erwähnte so eben den verschiedenen Grad der Festigkeit der Cyanverbindungen. In dieser Beziehung ist der grösste Theil der einfachen Verbindungen, d. i. derer, welche dem Nitryltypus der Blausäure*) entsprechen, sehr leicht der Zersetzung, bei Einwirkuug verdünnter Säuren, besonders der wasserstoffhaltigen, unterworfen. Hiebei wird die Blausäure ausgeschieden, das Metall aber verbindet sich mit dem Halloid. In den alkalischen, erdigen, und einigen schweren Cyanmetallen kann sogar die Kohlensäure der Luft die Blausäure ausscheiden; das Cyanquecksilber und das Cyansilber werden durch verdünnte Chlorwasserstoffsäure leicht zerstört; das erstere wird nur

---

*) So benenne ich den Typus der Blausäure, in welchem der Wasserstoff durch Metalle ersetzt wird, gleich wie im Ammoniak.

durch starke Schwefelsäure, und auch nur bei Erhitzung, und das letztere durch Salpetersäure, unter denselben Bedingungen, zersetzt das Cyangold wird aber nur schwer durch Königswasser aufgelöst, während andere Säuren auf dasselbe keinen Einfluss äussern*). Wenn wir uns jedoch erinnern, dass das Gold an der Gränze der schweren Metalle, die eigentlich zu den sauren gezählt werden können, steht, so wird es klar, dass seine Verbindung im Nitryltypus eine gewisse Eigenthümlichkeit an den Tag legen muss, eben so wie Platin, Eisen, Chrom und Mangan. Die einfachen Verbindungen dieser Metalle mit dem Cyan in dem Nitryltypus erscheinen uns vielleicht desshalb noch als etwas Besonderes, weil sie bisher noch nicht genau erforscht worden sind. Und wissen wir viel von dem Eisencyanid und Eisencyanür, ferricum und ferrosum, vom Cyanmangan, vom Cyanchrom? Und erkennen wir schon lange das sogenannte Cyanplatin für eine aus platinicum und platinosum bestehende Doppelverbindung an?**). Kobalt und Nickel bieten in Verbindung mit Cyan die Eigenthümlichkeit dar, dass sie, ähnlich dem Eisencyanid***), ein chemisch mit ihnen verbundenes Wasser enthalten, welches aus ihnen durch hohe Temperatur entfernt wird. Auch wissen wir, dass die Cyanverbindungen dieser Metalle, sogar durch Wasserstoffsäuren schwieriger, als andere zersetzt werden. So sehen wir, dass in den einfachen Cyanverbindungen verschiedene Elemente, je nach ihrem verschiedenen Charakter, eine grössere oder geringere Festigkeit des durch sie gebildeten zusammengesetzten Körpers bedingen; dass aber in den meisten Fällen diese Verbindungen durch die Wirkungen schwacher, verdünnter Säuren zersetzt werden. Der Unterschied des Aequivalents des einfachen Körpers, welcher in die Cyanverbindung tritt, hat auch bedeutenden Einfluss auf die Festigkeit dieser Verbindung. So wird z. B. das Cyankupfer, cuprosum und cupricum; das Cyangold, aurosum und auricum; das Cyanpalladium, palladosum und palladicum u. s. w.: in diesen Fällen bemerken wir, dass ein ganzes Aequivalent eines Metalles, eine Einheit, mit dem Cyan eine festere

---

*) Dasselbe ist auch vom Palladiumcyanür zu bemerken, welches die festeste Cyanverbindung ist, und nur im Ammoniak und im Cyankalium, unter Bildung eines Doppelsalzes, auflöslich erscheint.

**) Gerhardt, Traité de chimie organique. Tom. I. p. 366.

***) Siehe die Analysen von Rammelsberg des Cyannickels (Poggend. Annal. XLII, 144) und von Posselt (Ann. der Chemie und Pharmacie XLII, 163) des Eisencyanids (die grüne Modification des Eisencyanids).

Verbindung eingeht, als ein Theil desselben, ein Bruch des Aequivalents. Wenigstens steht dies für die am besten untersuchten einfachen Cyanverbindungen fest. So verwandelt sich das Goldcyanid, auricum, leicht in die festere Verbindung, Goldcyanür, aurosum; das Palladiumcyanid, palladicum (ein blass-rosenfarbener, durch Wirkung des Cyanquecksilbers auf die Salze des Palladoxyds gewonnener Flocken) verwandelt sich, unter Entwickelung von Blausäure, sogleich ins weissgelbe Palladiumcyanür, palladosum; das Kupfercyanid, cupricum (ein gelbbrauner Niederschlag, gewonnen durch Zusetzen von Cyankalium zu einer Auflösung von Kupfervitriol) erhält an der Luft eine gelbgrüne Farbe, sich in eine Verbindung cupricum und cuprosum, Kupfercyanürcyanid, unter Entwickelung des Cyans verwandelnd; wird aber jener gelbbraune Niederschlag gerade im Momente der Reaction erwärmt, so ist die Cyanausscheidung reichlicher und das Kupfercyanid verwandelt sich unmittelbar in Kupfercyanür.

Von den einfachen Cyanmetallen sind die alkalischen uud erdigen im Wasser leicht löslich; von den schweren Metallen hingegen sind uns in diesem Typus nur zwei als solche, die im Wasser leicht lösliche Verbindungen ergeben, bekannt, nämlich das Kadmium und das Quecksilber.

Die zusammengesetzten Cyan-Metalle können auf zwei Hauptgruppen zurückgeführt werden: 1) entweder ist das Cyanmetall mit einem andern Cyan-, Halloid- oder Amphid-Salze verbunden, welches letztere gleichsam wie ein Krystallisations-Wasser wirkt, oder 2) zwei Cyanmetalle vereinigen sich so miteinander, dass der Wasserstoff (und das denselben ersetzende Metall) in einer der beiden Verbindungen die Eigenschaften einer ächten Basicität erhält, weshalb der neugebildete Körper alle Eigenschaften einer Säure hat, und seine Salze der gewöhnlichen Doppelzersetzung unterliegen. Wir wollen diese Gruppen genauer betrachten:

I. In der ersten Hauptgruppe der zusammengesetzten Cyanverbindungen bemerken wir folgende einzelne Fälle:

a) Das Cyanmetall ist mit Blausäure verbunden, welche sich von demselben leicht absondert, wobei man eine festere, einfache Cyanverbindung erhält. Solche Körper kann man mit den zusammengesetzten Blausäuren (von denen weiter unten die Rede ist) nicht als gleich betrachten, weil sie in Bezug auf ihre Basen durchaus nicht die Eigenschaften der letzteren besitzen. Hierher gehören z. B. die kupferhaltige-(Wöhler), die silberhaltige-(Meillet) und die goldhaltige (Gmelin) Blausäure. Diese letztere ist Himly's

Verbindung ($Au\,Cy^3$), während Gmelin sie als $AuCy^3 + HCy + 3HO$ betrachtet. Was die silberhaltige Blausäure betrifft, so ist sie noch weniger erforscht; die kupferhaltige Blausäure aber bildet sich, bei der Bereitung von Kupfercyanür, anscheinlich dadurch, dass das Bleikupfercyanür durch Schwefelwasserstoff zersetzt wird. In der That wird hier auch eine Verbindung der Blausäure mit dem Kupfercyanür gewonnen, aber die erstere scheidet von dem letzteren, bei spontaner Ausdünstung der Auflösung, sogar bei gewöhnlicher Temperatur, aus.

b) Fester erscheinen solche doppelte Cyanverbindungen, in welchen ein Aequivalent des Wasserstoffs der Blausäure durch schweres Metall, das andere aber durch alkalisches oder erdiges Metall ersetzt wird, so z. B. Kalium-Zink-Cyanür, Kalium-Silber-Cyanür, Barium-Nickel-Cyanür und viele ähnliche. Der grösste Theil dieser Verbindungen erscheint in Form von Krystallen; sie werden schon von schwachen Säuren zersetzt, wobei die Blausäure frei wird, das Cyanmetall aber, wenn es in Wasser unlöslich ist, im Niederschlage bleibt, und das neugebildete Salz, in Folge der Zersetzung der alkalischen Cyanverbindung, in der Auflösung nachbleibt. Z. B., wenn wir verdünnte Chlorwasserstoffsäure zu einer Auflösung von Cyanzink hinzuthun, so erhalten wir folgende Reaction:

$$\left.\frac{Zn\,Cy + K\,Cy}{+ HCl}\right\} = \frac{Zn\,Cy}{\text{im Niederschage;}}\ \frac{H\,Cy}{\text{wird frei;}}\ \frac{H\,Cl}{\text{bleibt in Auflösung.}}$$

Wurde aber die Chlorwasserstoffsäure im Ueberschuss angewandt, so erstreckt sich ihre Wirkung auch noch auf den Niederschlag, d. i. Cyanzink, und wir erhalten:

$$\left.\frac{Zn\,Cy}{+ HCl}\right\} = \frac{Zn\,Cl \ldots \text{ in der Auflösung}}{H\,Cy \ldots \text{ wird frei.}}$$

Anmerkung. Man muss jedoch nicht glauben, dass der chemische Charakter solcher doppelten Cyanverbindungen einzig und allein nur von der Einfachheit des Aequivalents der sie bildenden einfachen Verbindungen abhängig sei; wir finden im Gegentheil in einigen dieser Doppelverbindungen, die analog mit dem rothen Blutlaugensalze zusammengesetzt sind (in denen also 3 Aequivalente Cyankalium mit dem Metallcyanid verbunden sind), eine so lose Verbindung, dass nicht blos eine schwache Säure, sondern sogar Wasser sie zu zersetzen vermögen. Als Beispiel kann uns das Kalium-Mangan-Cyanid dienen ($3mn\,Cy + 3K\,Cy$) *). Wasser zersetzt diesen Körper mit Niederschlagung des schwarzen Manganoxydhytrats und Befreiung der Blausäure. Dagegen sind uns aber andere

*) mn (manganicum) = $^2/_3$ Mn (manganosum).

einfache Cyanverbindungen bekannt, welche scheinbar zur ersten Gruppe dieser Körper gehören, und dennoch alle Eigenschaften der zweiten Gruppe besitzen; so ist z. B. Kaliumplatincyanur (PtCy+KCy) eine der festesten Doppelcyanverbindungen, und zwar desshalb (wie wir in der Folge sehen werden), weil sie aus der, mit gleicher Festigkeit begabten, platinhaltigen Blausäure (PtCy+HCy) ensteht. Wer erkennt nicht in diesen Fällen die deutliche Wirkung der Bedeutung der Elemente Mangan, Platin auf den chemischen Charakter dieser Körper? und verfällt nicht derjenige Forscher in einen groben Irrthum, welcher allein nach der analogen Bildung zweier Körper auch schon die Frage über die Analogie ihrer chemischen Metamorphosen und ihrer Wirkung auf den Organismus entscheiden will?

c) Noch fester sind diejenigen Cyanverbindungen, in welchen beide Wasserstoffe durch schwere Metalle ersetzt werden, z. B. Kadmiumsilbercyanür (KdCy + AgCy); Nickelkupfercyanür (NiCy + CuCy): Kupferzinkcyanür (CuCy + ZnCy) und eine Menge ähnlicher im Wasser nicht löslicher Verbindungen. Zur Zersetzung dieser Körper, die aus dem Ersetztwerden des alkalischen Metalls in der zusammengesetzten Cyanverbindung (nach der Formel: MCy + KCy) durch ein schweres Metall (MCy + M'Cy)*) entstehen, sind dieselben Bedingungen erforderlich, wie zur Zersetzung der einfachen Cyanverbindungen, d. i. vornehmlich Wasserstoff- (Chlorwasserstoff-) Säuren. Die Zersetzung beginnt mit dem Gliede, das dazu am meisten geeignet ist; bei weiterer Reaction erstreckt sie sich auch auf das andere Glied, so dass die Ausscheidung der Blausäure und die Bildung von auflöslichen und nichtlöslichen Halloidverbindungen eines oder beider, die Cyanverbindung bildenden Metalle, das Endresultat des ganzen Prozesses ist**).

d) Bisweilen tritt die Doppel-Cyanverbindung in der Weise auf, dass das erste Glied derselben ein wirkliches Cyanmetall, das zweite aber ein Oxyd desselben Metalles ist, z. B. PbCy + 2 PbO***),

---

*) M, M' bedeuten schwere Metalle.

**) Uebrigens muss bemerkt werden, dass viele von den sogenannten Doppelcyanverbindungen, die zu dieser Kategorie gerechnet werden, nur Mischungen irgend einer einfachen Cyanverbindung mit dem Oxyd- oder Oxydul-Hydrate eines andern Metalles sind, und da sie in Gestalt unauflöslicher Niederschläge erscheinen, so konnten sie beim ersten Anblicke für wirkliche zusammengesetzte chemische Verbindungen gehalten werden; hierher gehören z. B. das sogenannte Kadmium-Blei-Cyanür, die Kupfer-Zinn-, Wismuth-, Mangan-Cyanüre u. s. w.

***) Erlenmeyer, Journal für prakt. Chemie XLVIII. 356.

hgCy+hgO*). In solchen Fällen erstreckt sich die Zersetzung durch die Chlorwasserstoffsäure auf beide Glieder und Endresultat derselben ist ebenfalls Befreitwerden der Blausäure und Bildung von Chlormetall.

e) Endlich gehören zu den zusammengesetzten Cyanverbindungen dieser Gruppe solche, in denen andere Halloid- oder Amphid-Salze gleichsam die Stelle des Krystallisations-Wassers einnehmen. Solcher Beispiele gibt es eine Menge: Cyansilber mit salpetersaurem Silberoxyd (AgCy + $AgNO^6$), Plantincyanid mit Chlorkalium (2ptCy + KCl + HO); aber besonders ist das Quecksilbercyanid solcher Verbindungen fähig. Schon oben sprach ich von der Doppelverbindung desselben mit dem Jodkalium. Eben so verbindet es sich auch mit andern Halloid-Salzen des Kalium, Natrium, Strontium, Barium, Calcium, Magnesium, Nickel, Mangan, Kobalt, Zinn u. a. Mit chromsaurem Kali, mit chromsaurem Silber, mit Quecksilberchlorid, und salpetersaurem Quecksilberoxyd, mit ameisensaurem Kali, mit gelbem Blutlaugensalze u. s. w. ergibt es sehr leicht krystallinische Verbindungen, die fast alle im Wasser leicht auflöslich sind. In diesen Körpern ist das fremde Salz der Hauptreaction des Nitryltypus durchaus nicht hinderlich; sie alle scheiden, unter denselben Bedingungen, wie die vorigen, die Blausäure aus, nur mit dem Unterschiede, dass der zurückbleibende Theil des fremden Salzes auch seiner Seits der ihm eigenthümlichen Metamorphose unterworfen wird.

II. In der zweiten Gruppe der zusammengesetzten Cyanverbindungen bemerken wir, dass die Säuren mit diesem Typus die Kohlensäure aus den Salzen verdrängen und überhaupt alle Eigenschaften starker Halloid- und Sauerstoff-Säuren besitzen; überdies sind sie so fest, dass zu ihrer Zersetzung starke Mineralsäuren erfordert werden; durch verdünnte Säuren werden sie aber g a r n i c h t z e r s e t z t. Beispiele davon liefern die platinhaltige Blausäure (PtCy + HCy), die eisenhaltige Blausäure oder Wasserstoffeisencyanür (2FeCy+4HCy), die rothe eisenhaltige Blausäure (3feCy + 3HCy), eben so wie das Wasserstoff-Kobalt-Cyanid (3coCy + 3HCy) und das Wasserstoff-Chrom-Cyanid (3cr+3HCy). Es versteht sich von selbst, dass auch die Salze dieser Säuren, d. h. die Ersetzung ihrer Wasserstoffe durch irgend ein Metall nicht mehr den Charakter des Nitryltypus haben, nicht mehr durch die Wirkung von aufgelösten Säuren mit Ausscheidung

---

*) **Johnsohn**, Philisophical Transactions. 1839, 113. — **Schlieper**, Annalen der Chemie und Pharmacie LIX, 10.

von Blausäure zersetzt werden können; nur starke Mineralsäuren, und auch diese nur bei Erhitzung, scheiden diese letztere aus. Dann tritt aber keine einfache Doppelzersetzung, sondern eine Zerstörung der zusammengesetzten Gruppe ein. Daher ist es klar, dass alle Körper, die zur zweiten Gruppe der Cyanverbindungen gehören, bei den sogenannten Doppelzersetzungen eine Eigenthümlichkeit der Reaction darbieten.

In der ersten Gruppe erstreckt sich die Zersetzung auf beide Glieder; hier aber nur auf eins, nämlich dasjenige, in welchem der Wasserstoff oder das Metall, welches die Eigenschaften einer Basicität hat, einander wechselseitig ersetzen können. Wenn wir Wasserstoffeisencyanür und irgend ein Kupfersalz nehmen, z. B. blauen Vitriol ($cuSO^4$), so erhalten wir:

$$(2FeCy + 4HCy) + 4(cuSO^4) =$$
$$(2FeCy + 4cuCy) + 4(HSO^4).$$

Nehmen wir gelbes Blutlaugensalz und dasselbe Kupfersalz, so gewinnen wir denselben Niederschlag von Kupfereisencyanür, aber in der Auflösung wird, statt Schwefelsäure, schwefelsaures Kali sich vorfinden. Behandeln wir nun diesen Niederschlag mit einer starken Salzsäre, so bekommen wir in der Auflösung Wasserstoffeisencyanür; folglich nehmen hier nur der Wasserstoff oder das Metall des letzteren Gliedes an der Doppelzersetzung Theil; das Metall des ersteren Gliedes aber (das Eisen) bleibt unverändert.

Für die Wirkung nun der verschiedenen Cyanmetalle, in ihren beschriebenen Eigenschaften und Reactionen, auf den lebenden Organismus, können wir folgende Sätze feststellen:

1. Cyanverbindungen, die zum Nitryltypus der Blausäure gehören (dem einfachen oder zusammengesetzten), mit einem Worte, alle Körper der ersten Gruppe, müssen eine der Wirkung dieser Säure ähnliche besitzen.

2. Allgemeine Regel: bei gleicher Reaction wirkt ein auflöslicher Körper schneller und stärker, als ein unauflöslicher. Von den einfachen Cyanverbindungen, ausser den alkalischen und erdigen, müssen daher das Kadmiumcyanür und Quecksilbercyanid die erste Stelle einnehmen; von den Doppelverbindungen aber diejenigen, welche krystallinische, im Wasser lösliche Verbindungen ergeben, z. B. Kaliumzinkcyanür, Natriumsilbercyanür und andere Doppelverbindungen z. B. Quecksilbercyanid mit Halloid- oder Amphid-Salzen u. s. w.

3. Die zur zweiten Gruppe gehörenden Cyanmetalle sind die festesten unter den Verbindungen dieser Art, und müssen eher zu

den schwachwirkenden salzhaltigen und sauren Metallgiften, als zu den narkotischen gezählt werden.

Zum Erweise dieser Sätze nun stellte ich folgende Versuche an Thieren an:

Anmerkung 1. Bei Beschreibung meiner Versuche werde ich, um den Leser durch Einzelheiten nicht zu ermüden, nur die wesentlichen Symptome angeben, und in denjenigen Fällen, in welchen die Wirkung der angewandten Substanzen derjenigen der Blausäure ganz gleich kam, mich mit Angabe dieser Analogie begnügen. — Aus diesem Grunde hielt ich es auch für nöthig, eine Beschreibung der gewöhnlich in Folge des Gebrauchs dieser Säure vorkommenden Symptome, vorauszuschicken.

Anmerkung 2. Einige von den zu meinen Versuchen angewandten Cyanverbindungen bereitete ich selbst; die Mehrzahl derselben aber lieferte mir unser bekannter Chemiker Hr. Trapp, dem ich hier öffentlich für seine Bereitwilligkeit, mir bei Lösung dieser Frage behilflich zu sein, danke. Bei jedem Versuche werde ich die Bereitungsart des angewandten Körpers und einige Eigenschaften, die einen Begriff von seiner Reinheit geben können, angeben. Dabei legte ich die Arbeiten der gewissenhaftesten Chemiker, von denen wir die genauesten Analysen der Cyanverbindungen besitzen, zum Grunde; bisweilen aber nahm ich, wenn mir die Zusammensetzung dieser Körper zweifelhaft schien, meine Zuflucht zu eigner Analyse.

Anmerkung 3. Von lateinischen Nomenclaturen gebe ich der Berzelius'schen den Vorzug, als der umfassendsten und verbreitetsten, daher nenne ich Cyan-Zink: cyanetum zincicum; Kupfercyanid: cyanetum cupricum und Kupfercyanür: cyanetum cuprosum; Zink-Eisen-Cyanür: cyanetum ferroso-zincicum; Berlinerblau: cyanetum ferroso-ferricum, gelbes Blutlaugensalz: cyanetum ferroso-kalicum u. s. w.

1. Cyanammonium (cyanetum ammonicum, NH^4Cy). Bereitung. In einem Wasserbade wurde eine Mischung von Kaliumeisencyanür (3 Th.) und Salmiak (2 Th.) erwärmt und das Product in einer, durch eine Mischung von Eis mit Kochsalz abgekühlten, Vorlage gesammelt. Es ergaben sich kubische, farblose Krystalle, in Gestalt der Blätter des Farrenkrauts gruppirt, von starkem, durchdringenden, an Ammoniak und Blausäure erinnerndem Geruche.

Versuch I. Einer alten grossen Katze wurden ungefähr 0,05 Grammen Krystalle dieses Präparats in den Mund gebracht. Sie fiel sogleich auf die rechte Seite, schrie heftig; Krämpfe in den vordern und hintern Extremitäten, Opisthotonus, ½ Minute nach der Eingabe — Tod. Oeffnung nach 24 Stunden: Geruch **von Blausäure — nirgends; die Lungen in den hintern Theilen und**

das Herz, besonders der rechte Ventrikel, mit dunklem, flüssigen Blute überfüllt. Im Gehirn, dem Magen und den Gedärmen — nichts Besonderes.

2. Cyankalium (cyanetum kalicum, KCy.) Bereitung nach der Liebig'schen Methode*) durch Erhitzen von gelbem Blutlaugensalze bis zur dunkeln Glühfarbe in einem bedeckten Tiegel. (Das verkäufliche Cyankalium enthält gewöhnlich einen Zusatz von kohlensaurem und cyansaurem Kali.)

Versuch II. Einem jungen Hunde wurden in einer Wasserauflösung 0,2 Grammen eingegeben. Erscheinungen, wie von der Blausäure. Tod nach 9 Minuten. Bei der Oeffnung nach 24 Stunden merkte man einen starken Bittermandelgeruch, besonders beim Einschneiden des Magens. Der rechte Herzventrikel war stark mit Blute überfüllt; im Gehirn eine unbedeutende Hyperämie. Im Darmcanale keine besonderen Erscheinungen.

Da mir mehrere mit diesem Präparate von Orfila, Malagutti, Sarzeau u. A. angestellte Versuche bekannt waren; so begnügte ich mich mit diesem einen Versuche, um so mehr, da er im Resultate mit dem von jenen Forschern gewonnenen gänzlich übereinstimmt.

3. 4. Cyancalcium (cyanetum calcicum, CaCy) und Cyanmagnesium (cyanetum magnesicum, MgCy). Bereitung. Diese beiden Präparate wurden bereitet durch eine Auflösung in Blausäure: ersteres von Kalkhydrat, letzteres von frischniedergeschlagenem Magnesiahydrate.

Versuche III. und IV. Zwei Hunden zu Dosen von 0,3 und 0,2 Grammen gegeben, brachten alle Anzeigen einer Intoxication durch Blausäure hervor. Tod beider nach 3—3½ Minuten. Bei der Oeffnung fand sich bei beiden vor: Blutüberfüllung in den Lungen, dem Herzen, der Leber, in den Gefässen der Gehirnmembranen und in der Gehirnsubstanz. In einem Falle — Oedem des rechten Lungenlappens. Beim Oeffnen des Magens war der Geruch von Blausäure merklich; im Magen selbst aber und in den Gedärmen fand sich nichts Besonderes vor.

5. Cyanzink (cyanetum zincicum, ZnCy). Bereitung. Zu einer Auflösung von schwefelsaurem Zinkoxyd wurde eine Auflösung von Cyankalium so lange hinzugesetzt, bis sich kein weisser Niederschlag mehr bildete. Dieser Niederschlag wurde auf einem Filtrum und in einem Glase destillirten Wassers mehrmals sorgfältig abgewaschen, und darauf bei 100° getrocknet. Das so gewonnene Cyanzink war weder im Wasser, noch in Alkohol löslich; löste sich in

---

*) Annal. der Chemie und Pharmacie. XLI, 285.

Cyankalium leicht auf, dabei die Doppelverbindung ZnCy + KCy bildend. Ausser eines frischen, nach dieser Methode bereiteten Präparates, bediente ich mich noch eines, das schon mehrere Jahre im hiesigen pharmaceutischen Kabinette gestanden hatte. Ich bemerkte keinen wesentlichen Unterschied in der Wirkung desselben, wie aus folgenden Versuchen erhellt.

Versuch V. Einem starken Hunde wurden etwa 0,5 Grammen, in einer geringen Quantität Wassers umgeschütteten, Cyanzinks eingegeben. Die Wirkung äusserte sich nach 1/2 Minute. Symptome wie bei der Blausäure; Tod nach 20 Minuten. Oeffnung nach 24 Stunden: bei Oeffnung des Magens ein sehr merklicher Bittermandelgeruch; auf der innern Oberfläche desselben und im Zwölffingerdarme waren stellenweise röthliche Flecken und Streifen sichtbar; Lungen, Herz, Leber und die grossen Venenstämme waren mit dunklem, flüssigem Blute überfüllt.

Versuch VI. Einem andern, gesunden, starken Hunde wurden 0,2 Grammen desselben Präparates, in eben einer solchen Mischung gegeben. Wirkung nach 16 Minuten: Schwäche, Aengstlichkeit, Hinfallen auf die linke Seite; Krämpfe der vordern und hintern Extremitäten: Opisthotonus, paralitischer Zustand, die charakteristische Bewegung des Kopfes während des Athmens (S. oben die Beschreibung der Wirkung der Blausäure). Nach 10 Minuten dieses Zustandes erhob er den Kopf, wollte aufstehen, war aber nicht im Stande; wieder Krämpfe; darauf erhob er sich etwas und erholte sich gegen Abend, war aber sehr schwach und frass sehr wenig, sogar am andern Tage. Nach einer Woche war er ganz hergestellt.

Anmerkung. Wenn in diesem Falle irgend ein Gegengift gebraucht worden wäre, so könnte es vielleicht Jemand einfallen, die Wiederherstellung des Thieres der heilsamen Wirkung des Gegengiftes oder der Cur zuzuschreiben. Wie oft noch kennen, leider! manche Aerzte keinen andern Weg der Beurtheilung therapeutischer Wirkungen eines Mittels, als das naive: „post hoc, ergo propter hoc!"

Versuch VII. Einem jungen Vorstehhunde wurden 0,2 Grammen desselben Präparats gegeben. Die Wirkung zeigte sich nach 20 Minuten; die Erscheinungen waren dieselben, wie nach der Blausäure. Er erholte sich nach einiger Zeit, war aber sehr schwach; Tod nach 36 Stunden, unter Anzeichen schweren Athmens. Oeffnung nach 12 Stunden: die Lungen mit Blut überfüllt, Oedem der rechten Lunge; das rechte Herz mit dunklem, flüssigem Blute sehr überfüllt; in dem linken Herzen und der Aorta fibrinöse Gerinnsel; die grossen Gefässe der Leber viel flüssiges Blut enthaltend. Hyperämie des Gehirnes und Rückenmarkes. Im Magen und den Gedärmen nichts Besonderes, ausser einem schwachen Bittermandelgeruche.

Versuch VIII. Einem Hunde von mittlerer Grösse wurden 0,25 Grammen eines Cyanzinks eingegeben, das mehrere Jahre im pharmaceutischen Kabinette in einem bedeckten Glasgefässe gestanden hatte. Die Wirkung zeigte sich nach 15 Minuten: Krämpfe, Opisthotonus, erschwertes Athmen, comatöser Zustand; wieder Krämpfe; erholte sich gegen Abend (nach 6 Stunden); wurde ganz gesund.

Versuch IX. Einem grossen, alten Windhunde wurden 0,3 Grammen des im vorigen Versuche angewandten Präparates eingegeben. Die Wirkung zeigte sich nach 35 Minuten: Schwäche, Fallen auf die linke Seite, starkes Erbrechen, Krämpfe; darauf erhob er sich und fiel wieder, doch auf die andere Seite hin, Opisthotonus abwechselnd mit Krämpfen; erschwerter Athem. Erholte sich nach 12 Stunden, war aber den andern Tag sehr schwach; Tod am dritten Tage in der Nacht. Bei der Oeffnung nach 12 Stunden, ergab sich fast dasselbe, wie in den vorigen Fällen: ein unbedeutendes Oedem der Lungen und Ueberfüllung derselben mit Blut, das Gehirn etwas hyperämisch, im Magen und den Gedärmen nichts Besonderes.

Versuch X. Ein grosser Hofhund bekam innerlieh 1 Gramm desselben Präparats. Die Wirkung offenbarte sich nach 10 Minuten; sie war vollkommen dieselbe, wie nach Vergiftung mit Blausäure; dabei ebenfalls starkes Erbrechen. Zur Nacht erholte er sich etwas, starb aber, bei allgemeiner Schwäche und Erschöpfung am 3. Tage. Bei der Oeffnung nach 10 Stunden erwies sich, ausser den allgemeinen Anzeichen der Blausäure - Intoxication, stellenweise eine ecchymotische Röthe an der inneren Oberfläche des Magens, Hyperämie der Capillargefässe in den dünnen Gedärmen und Anschwellung der solitären und der Peyer'schen Drüsen.

6. Kaliumzinkcyanür (cyanetum zincico-kalicum, ZnCy + KCy). Bereitung. Cyanzink wurde in Cyankalium aufgelöst und es ergaben sich, bei langsamem Ausdünsten, farblose, regelmässige, in der Luft unveränderliche, im Wasser leicht auflösliche Octaëder. Die wässerige Auflösung hat einen schwachen Blausäuregeruch. Durch Hinzusetzen einiger Tropfen Chlorwasserstoff- oder Essigsäure entsteht ein weisser Niederschlag von Cyanzink bei Ausscheidung von Blausäure; der weisse Niederschlag verschwindet, wenn jene Säuren im Ueberschusse hinzugethan werden.

Versuch XI. Einem alten grossen Hunde wurden 0,5 Grammen in einer concentrirten Auflösung eingegeben. Nach 1½ Minuten: reichliche Ausleerung nach unten; nach 2 Minuten Erbrechen: nach 3½ Minuten zeigte sich vollkommen die Wirkung von Blausäure, Tod nach 12 Minuten. Bei der Section nach 24 Stunden, ergab sich ein starker Geruch von bittern Mandeln, besonders aus dem Magen; die Lungen waren mit Blut überfüllt und ein wenig

emphysematös, der rechte Herzventrikel enthielt viel flüssiges Blut, der linke war fast leer; die grossen Gefässe der Leber ebenfalls mit Blut überfüllt; die Milz und die Nieren hyperämirt. Im Magen und Gehirn nichts Besonderes.

Versuch XII. Einem Hunde von mittlerer Grösse wurden 0,2 Grammen dieses Präparates, in 4 Grammen Wasser verdünnt, gegeben, und sogleich darauf etwa 5 Grammen frischniedergeschlagenen Eisenoxydulhytrats (als Gegengift, nach Duflos, der es mit Schwefeleisen und Magnesiahydrat empfiehlt). Nach einigen Secunden zeigten sich alle Symptome der Wirkung von Blausäure, doch erholte sich der Hund nach einer Stunde.

Versuch XIII. Einem andern gesunden, grossen Hunde wurden 0,4 Grammen cyaneti zincico-kalici und sogleich darauf ungefähr 5 Grammen desselben Gegengiftes, doch, ganz nach Duflos's Rathe, mit Schwefeleisen und Magnesia gemischt, eingegeben. Nach einer Minute zeigte sich die Wirkung des Giftes, nämlich alle Zeichen der Vergiftung durch Blausäure; Tod nach 1 Stunde. Bei der Oefnung nach 48 Stunden: der Magen, welcher einen starken Geruch von bittern Mandeln gab, enthielt in grosser Menge einen grünlich gefärbten Brei, seine Schleimhaut war stellenweise mit Ecchymosen bedeckt; Lungen, Herz, Leber mit Blut überfüllt, in der rechten Lunge ein Oedem; im Gehirn nichts Besonderes.

Versuch XIV. Einem nicht grossen Stubenhunde wurden 0,2 Grammen desselben Präpatates gegeben. Nach 2 Minuten zeigten sich Erbrechen, Harn- und Koth-Ausleerungen, alle Anzeichen der Blausäure-Vergiftung: Krämpfe, erschwertes Athmen, Opisthotonus, comatöser Zustand; er erholte sich jedoch gegen Abend.

Anmerkung. Die 3 letzten Versuche können auch einen Begriff von der Tauglichkeit einiger Gegengifte gegen die Cyanverbindungen und davon geben, wie voreilig es wäre, hier aus einseitiger Erfahrung einen Schluss zu ziehen. Ich habe immer bemerkt, dass wenn die Dosis irgend einer Cyanverbindung gross genug war, der Tod unfehlbar erfolgte, wenn auch das angepriesene Gegengift sogleich eingegeben wurde; bei kleineren Dosen aber erfolgte oft, auch ohne Gegengift, Genesung. Doch wage ich es noch nicht, die Grenze dieser Geringfügigkeit der Dosen zu bestimmen, denn hier stösst man auf eine Menge von Schwierigkeiten, die von dem Gesundheitszustande, dem Angefülltsein des Magens zur Zeit des Versuches, der Individualität des Thieres u. s. w. abhängen.

7. Cyankadmium (cyanetum cadmicum, CdCy). Bereitung. Frisch niedergeschlagenes Kadmiumoxydhydrat wurde in starker Blausäure aufgelöst, und die Auflösung in mässiger Temperatur abgedunstet. So erhielt ich weisse, farblose, in der Luft unveränderliche, im Wasser auflösliche Krystalle. Wenn man zu einer Auflösung von

schwefelsaurem Kadmiumoxyd Cyankalium hinzuthut; so erhält man ebenfalls einen weissen Niederschlag, der aber in Wasser nicht löslich ist. Dieser Niederschlag hat nicht die Eigenschaften des Cyankadmiums, wie aus den folgenden drei Versuchen erhellt.

Versuche XV und XVI. Zwei Hunden wurden 0,5 Grammen dieses Niederschlages gegeben, nachdem er mit Wasser auf einem Filtrum abgewaschen worden. Es ergaben sich gar keine besondern Anzeichen.

Versuch XVII. Ein Kaninchen bekam 0,3 Grammen dieses Niederschlages. Es erfolgte nichts Besonderes, das Thier war nach einigen Tagen ganz gesund. Die Analyse ergab in diesem Niederschlage keine Spur von Blausäure, aber wohl Kadmiumoxydhydrat.

Versuch XVIII. Ein junger Hund bekam 0,2 Grammen einer concentrirten CdCy-Auflösung, welche durch Auflösung von Kadmiumoxydhydrat in Blausäure gewonnen worden. Die Wirkung äusserte sich nach 1/2 Minute; sie war derjenigen der Blausäure ganz gleich; er fiel erst auf die linke Seite, kehrte sich aber darauf, unter Krämpfen, auf die rechte; Opisthotonus, kurzdauernder comatöser Zustand; Tod nach 2 1/2 Minuten. Section nach 24 Stunden: die Lungen etwas hyperämisch; das Herz, besonders das rechte, voll dunklen flüssigen Blutes; in den grossen Gefässen der Leber ebenfalls Hyperämie, der Magen enthielt eine grosse Menge Speisebreis und ergab einen schwachen Blausäuregeruch; es fand sich aber in ihm, eben so wie in den Gedärmen und dem Gehirne, nichts Besonderes vor.

Versuch XIX. Ein Kätzchen bekam 0,08 Grammen desselben Präparates, in einer concentrirten Auflösung. Die Wirkung zeigte sich nach einigen Secunden; Fallen auf die linke Seite, Krämpfe, Opisthotonus, comatöser Zustand mit erschwertem Athmen; Tod nach 1 1/2 Minuten. Bei der Section, nach einer Stunde, fand ich die grossen Venenstämme und die Gefässe des rechten Herzens mit Blut überfüllt; der Magen gab Blausäuregeruch.

8. Kaliumkadmiumcyanür (cyanetum cadmico-kalicum CdCy+KCy). Bereitung. Der durch Zusetzen von Cyankalium zu einer Auflösung von schwefelsaurem Kadmiumoxyd erhaltene Niederschlag (oder frischniedergeschlagenes Kadmiumoxydhydrat wurde in Cyankalium aufgelöst, und diese Auflösung langsamer Ausdünstung unterworfen*). Ich erhielt regelmässige, farblose, glänzende Octaëder,

*) Dieses Salz wird auch nach Rammelsberg, durch eine directe Verbindung von Cyankadmium mit Cyankalium gewonnen, oder noch leichter, durch Ausdünstung einer Auflösung von essigsaurem Kadmium mit einer Auflösung von Cyankalium.

die in der Luft unveränderlich blieben. Dieses Salz löst sich in 32 Theilen kalten und eben so viel Theilen kochenden Wassers auf; im Alkohol ist es unlöslich.

Versuch XX. Einem starken, gesunden Hunde wurden 0,2 Grammen dieses Salzes in einer concentrirten wässeriger Lösung gegeben. Nach einigen Secunden zeigte sich eine Wirkung wie von der Blausäure; Fallen auf die rechte Seite, starkes Schreien; Krämpfe, Opisthotonus, erschwertes, charakteristisches Athmen, paralytischer Zustand; Unempfindlichkeit gegen Nadelstiche. Erholte sich nach einigen Minuten, war aber sehr schwach, und die Schwäche dauerte noch am andern Tage fort. Nach 2 Tagen war das Thier gänzlich hergestellt.

Versuch XXI. Einer alten Katze wurden 0,2 Grammen dieses Salzes in einer concentrirten Lösung gegeben. Die Wirkung zeigte sich sogleich: Fallen auf die rechte Seite, Schreien, Krämpfe, Opisthotonus; Tod nach $1^3/_4$ Minuten. Section nach 24 Stunden: die Gefässe der Gehirnmembranen und des Gehirns hyperämirt; die Lungen, besonders die rechte, stark hyperämisch und ödematös; die grossen Venenstämme und der rechte Herzventrikel hyperämirt; in der Leber, der Milz und den Nieren auch Hyperämie, im Magen und den Gedärmen, ausser dem Blausäuregeruche, nichts Besonderes.

9. Kupferkadmiumcyanür (cyanetum cadmico - cuprosum) CdCy+CuCy). Bereitung. Zu einer Auflösung von Kaliumkadmiumcyanür wird eine Auflösung von schwefelsaurem Kupferoxyd hinzugesetzt; dabei bidet sich ein weissbräunlicher Niederschlag mit Ausscheidung von Cyan. Dieser Niederschlag nun ist die Doppelverbindung CdCy+CuCy.

Versuch XXII. 0,5 Grammen dieses Niederschlages, im Wasser umgeschüttelt, wurden einem grossen Hofhunde gegeben. Nach $3^1/_2$ Minuten: Erbrechen, Ausleerung, Unruhe; wieder Erbrechen, mit Galle; Speichelfluss; Athem und Herzschlag sehr beschleunigt; Hitze, Hervorstrecken der Zunge, Erweiterung der Pupillen. Erholte sich nach 2 Stunden; war am andern Tage gesund.

Versuch XXIII. Einem Kaninchen wurden 0,4 Grammen desselben Niederschlags gegeben. Die Wirkung, ganz wie von Blausäure, nach $^1/_2$ Minute, war: Fallen auf die linke Seite, Krämpfe, Opisthotonus; Tod $2^1/_2$ Minuten nach der Eingabe. Section am andern Tage: das Herz hyperämirt, ebenso die Lungen und die Leber; im Gehirn nichts Besonderes, der Magen gibt einen sehr schwachen Blausäuregeruch.

10. Silberkadmiumcyanür (cyanetum cadmico-argenticum, $CdCy + AgCy$). Bereitung. Zu einer Auflösung von Kaliumkadmiumcyanür wurde allmälig eine Auflösung von salpetersaurem Silberoxyd hinzugethan; der so gewonnene weisse Niederschlag wird in einem Ueberschusse von Kaliumkadmiumcyanür aufgelöst.

Versuch XXIV. Einem Kaninchen wurden 0,3 Grammen dieses Niederschlages gegeben. Die Wirkung zeigte sich nach 20 Minuten: Schwäche, Vonsichstrecken der Füsse, beschleunigtes Athmen, stetes Emporheben des Kopfes; Sichhinlegen, Urinexcretion. Erholte sich nach einer Stunde, war aber sehr schwach und verendete gegen Abend. Section am folgenden Tage: fast dieselben Erscheinungen, wie beim vorigen Versuche, jedoch mit Oedem beider Lungen. Im Magen ein ziemlich merklicher Blausäuregeruch.

Versuch XXV. Einem grossen Hunde 1 Gramm dieses Niederschlages gegeben; nach 1 1/4 Minute mehrmals wiederholtes Erbrechen, Ausleerung, Schwäche, beschleunigtes Athmen und eben solcher Herzschlag, Legen auf die Seite; Krämpfe, Zittern in den Füssen. Erholte sich gegen Abend, war aber sehr schwach; nach 2 Tagen vollkommene Genesung.

11. Nickelcyanür (cyanetum niccolosum, $NiCy$). Bereitung. Zu einer Auflösung von essigsaurem Nickeloxydul wurde starke Blausäure (Wöhler) hinzugesetzt, wobei sich ein apfelgrüner Niederschlag des Nickelcyanürs bildete, der weder im Wasser, noch in verdünnten Säuren, wohl aber in Cyankalium auflöslich war. Andere Nickeloxydulsalze, als z. B. das schwefelsaure, das salpetersaure, das Nickelchlorür, ergeben nur zum Theil diese Reaction, durch Hinzuthun aber von Cyankalium zu Nickelsalzen entsteht ebenfalls ein apfelgrüner Niederschlag, der (nach meinen Analysen) nur aus Nickeloxydulhydrat besteht. — Der zuerst erwähnte Niederschlag erhält, getrocknet, die Form einer festen, zerbrechlichen, dunkelgrünen Masse mit einem glänzenden Perlmutter-Bruche. Er enthält 19 pCt. Wasser, welches er beim Trocknen bei 180°—200° verliert, wo er eine braune Farbe annimmt. Bei fortgesetzter Erhöhung der Temperatur in einem bedeckten Gefässe, fängt er, unter Absonderung von Stickstoff- und Cyan-Gas zu brennen an, eine Mischung aus reinem und kohlenstoffhaltigen Nickel zurücklassend. Starke Chlorwasserstoffsäure löst das Nickelcyanür mit der charakteristischen grünen Farbe (des Nickelchlorürs) auf, unter Absonderung von Blausäure; diese Auflösung geht mit kochender Chlorwasserstoffsäure schnell vor sich; Salpeter-

säure löst ihn nur langsam und viel schwieriger, sogar wenn sie kochend ist, auf. Ich erhielt Nickelcyanür von denselben Eigenschaften durch Hinzusetzen von Chlorwasserstoffsäure zu einer Auflösung von Kaliumnickelcyanür.

Versuch XXVI. Einem grossen Vorstehhunde wurde ungefähr 1 Gramm nach der Methode Wöhler's gewonnenen Nickelcyanürs gegeben. Nach 1/4 Stunde Erbrechen; erholte sich darauf vollkommen.

Versuch XXVII. Einem Kaninchen wurden 0,5 Grammen derselben Verbindung gegeben. Gar keine Folgen.

Versuch XXVIII. Ein alter Hund bekam 1 Gramm aus dem Doppelsalze von NiCy+KCy und HCl gewonnenen Nickelcyanürs. Weder sogleich, noch einige Tage nach der Einnahme, bemerkte ich irgend eine Wirkung.

Versuche XXIX bis XXXV. Ein grosser Hund bekam 1 1/2 Gram., ein junger 0,5 Gram., ein Kaninchen 0,8 Gram., noch 4 andere junge Hunde jeder zu 1 Gram. des apfelgrünen, durch Zusetzen des Cyankalium zu einer Auflösung von salpetersaurem Nickeloxydul gewonnenen Niederschlags. Ich bemerkte keine, der Wirkung der Blausäure ähnliche Folgen, und nur in einem Falle (Vers. XXXV) zeigte sich nach 2 1/2 Minuten Erbrechen, und in zweien (Vers. XXIX und XXXIV) zeigte sich noch Speichelfluss. Alle diese Thiere blieben vollkommen gesund, und frassen noch nach einer Woche mit Appetit.

12. Kaliumnickelcyanür (cyanetum niccoloso-kalicum, NiCy + KCy + HO). Bereitung. Frischniedergeschlagenes Nickelcyanür (oder Nickeloxydulhydrat) wurde in Cyankalium aufgelöst und die Auflösung langsamer Verdunstung unterworfen: diese ergab honiggelbe, durchsichtige, schräg-rhombische Krystalle, die sich im Wasser leicht auflösten und 1 Aequivalent Krystallisationswasser enthielten. Durch Zusetzen von verdünnten Säuren zur Auflösung dieses Salzes, erhielt ich den Niederschlag NiCy und Blausäure wurde frei.

Versuch XXXVI. Ein junger Hund bekam 0,3 Grammen dieses Salzes in einer concentrirten Auflösung. Die Wirkung äusserte sich nach 2 1/2 Minuten: Fallen auf die linke Seite, Krämpfe, Opisthotonus. — Um die Wirksamkeit der Kälte als Gegenmittel zu versuchen, machte ich Schneeumschläge und Begiessungen mit kaltem Wasser am Kopfe des Thieres. Die Krämpfe dauerten fort; comatöser Zustand, charakteristisches Athmen. Tod nach 20 Minuten. Die Section, nach 24 Stunden, zeigte einen starken Blutandrang zum Kopfe; in der rechten Hemisphäre des grossen Gehirns ein begränz-

ter Bluterguss von der Grösse einer Bohne, die Lungen mit dunklem, flüssigen Blute überfüllt, der rechte Herzventrikel ebenfalls durch Blut erweitert; Leber und Luugen hyperämirt. Der Magen gab einen starken Bittermandelgeruch von sich. Das im Magen Enthaltene wurde nach der Heisch'schen Methode*) untersucht; das salpetersaure Silberoxyd ergab 0,009 Gram. Cyansilbers.

Versuch XXXVII. Einem andern grossen Hunde wurden 0,4 Gram. derselben Verbindung gegeben. Die Wirkung äusserte sich nach $1^3/_4$ Minuten durch Erbrechen. Darauf fiel er auf die linke Seite, und es folgten alle Erscheinungen der Wirkung von Blausäure. Sogleich wurde ein reichlicher Aderlass gemacht; die Krämpfe kehrten nicht wieder, aber der comatöse Zustand dauerte fort. Nach einigen Minuten schien das Thier wieder zu sich zu kommen, war aher sehr schwach; das Athmen war die ganze Zeit über erschwert. Die Section, am anderu Tage, zeigte: Hyperämie der Lungen, des Herzens, der Leber; im Gehirne eine unbedeutende Hyperämie; aus dem Magen Bittermandelgeruch. Die Hälfte des im Magen enthaltenen wurde einer Analyse nach der Heisch'schen Methode unterworfen; sie ergab 0,002 Gram. Cyansilbers. Die andere Hälfte wurde nach der Lassaigne'schen Methode untersucht (mit Eisenoxyd-Oxydul-Salze unter Zusatz von Chlorwasserstoffsäure), wobei sich nur eine schwache blaue Färbung der untersuchten Flüssigkeit ergab.

13. Kupfernickelcyanür (cyanetum niccoloso-cuprosum, NiCy + CuCy). Bereitung. Zu einer Auflösung von Kaliumnickelcyanür fügte ich eine Auflösung von Kupfervitriol, wobei ich einen apfelgrünen Niederschlag erhielt.

---

*) Die Methode von Heisch (The Quart. Journal of the Chem. Soc. II, 219) besteht in Folgendem: Die zu untersuchende Substanz wird in ein Fläschen oder einen Glaskolben gethan, dessen Hals durch einen Kork mit zwei Oeffnungen verstoqft wird durch die eine Oeffnung geht eine gläserne Sicherheitsröhre, und durch die andere eine zweigliedrige, unter rechten Winkeln gebogene. Diese letztere wird mit einer Auflösung von salpetersaurem Silberoxyd in das Probirglas geleitet. Zugleich bei dem zu untersuchenden Körper, thut man Stückchen Zink in den Kolben und giesst Wasser und Schwefelsäure durch die Sicherheitsröhre zu. Hierbei wird Wasserstoff ausgeschieden, der sich mit dem Cyan verbindet und Blausäure bildet, diese letztere zersetzt das salpetersaure Silberoxyd, und gibt einen Niederschlag ven Cyansilber. Wenn die sich während der Reaction entwickelte Hitze zur Ausscheidung aller Blausäure nicht genügen sollte, so kann man den Kolben leicht erwärmen, und Wasserstoff so lange hinzulassen, als das salpetersaure Silberoxyd eineu weissen Niederschlag gibt. Wird Cyanquecksilber nach dieser Methode untersucht, so müssen zur Schwefelsäure noch einige Tropfen Salpetersäure hinzugesetzt werden, um das Amalgamiren des Zinks und die daraus möglicher Weise entstehende Verzögerung des Freiwerdens des Wasserstoffs zu verhüten.

Versuch XXXVIII. Ein grosser Hund bekam 0,4 Grammen dieser Verbindung. Nach 2 Minuten: reichliches Erbrechen, das sich in kurzer Zeit 4mal wiederholte, beschleunigtes Athmen, Hitze, Ausstrecken der Zunge, grosse Unruhe, Ausleerungen und Anstrengungen. Erholte sich nach einigen Stunden.

Versuch XXXIX. Einem Kaninchen gab ich 0,3 Grammen derselben Verbiudung ein. Die Wirkung zeigte sich nach 7 Minuten: Zittern des Kopfes, unbewegliches Liegen auf dem Bauche, mit ausgestreckten Füssen, leichte Krämpfe und Zurückwerfen des Kopfes, beschleunigtes Athmen. Nach 1½ Stunden erholte es sich ein wenig, war aber noch am andern Tage sehr schwach; Genesung nach 2 Tagen.

Versuch XL. Einem andern Kaninchen gab ich 0,7 Grammen derselben Verbindung. Die Wirkung zeigte sich nach 1¼ Minuten: Fallen auf die rechte Seite, Krämpfe, Opisthotonus, Tod nach 3 Minuten. Die Section, am andern Tage, ergab von den in den vorigen Versuchen wenig verschiedene Anzeichen.

14. Kupfercyanür (cyanetum cuprosum, CuCy). Bereitung. Zu einer Auflösung von Kupfervitriol setzte ich Cyankalium zu, unerwarf den dabei sich bildenden braun-gelben Niederschlag starker Erhitzung in einer Porzellanschale, gerade zur Zeit der Reaction. Hierdurch wurde, unter reichlichem Freiwerden des Cyans, der braungelbe Niederschlag des Cyanetum cupricum in das weisse Cyanetum cuprosum verwandelt. Dieses letztere wurde sorgfältig ausgewaschen und bei 100° getrocknet.

Versuch XLI. Einem nicht grossen Stubenhunde wurden gegen 0,8 Grammen dieses Körpers in Wasser umgeschüttelt, gegeben. Starkes Erbrechen nach 2 Minuten, Betäubung, Paralyse der hintern Extremitäten, spasmotische Zusammenziehung der Brust- und Bauchmuskeln, bei erschwertem Athem. Tod nach 5 Stunden. Section am andern Tage: gar kein Blausäuregeruch; auf der innern Oberfläche des Magens starke Röthe in Gestalt von Flecken und lokaler Ecchymosen in das submucöse Zellgewebe; in den Gedärmen, nur im Anfange, namentlich im Zwölffingerdarm, Röthe in Gestalt von Querstreifen und nicht grosser Flecken; beide Lungen ödematös; der rechte Herzventrikel mit dunklem, flüssigen Blute überfüllt, die grossen Gefässe der Leber ebenfalls hyperämirt; im Gehirne eine unbedeutende Hyperämie.

Versuch XLII. Einem Kaninchen gab ich 0,3 Grammen. Wirkung nach ½ Minute. Fallen auf die rechte Seite, Krämpfe, Opisthotonus, sehr schnelles und unterbrochenes Athmen mit der charakteristischen Kopfbewegung. Tod nach 4½ Minuten. Bei der Seetion ergab sich: Hyperämie der Lungen, des Herzens,

der Leber; im Magen und den Gedärmen keine Röthe, ein kaum merklicher Geruch von bittern Mandeln.

15. Kupfercyanid (cyanetum cupricum, cuCy*). Bereitung. Zu einer Auflösung von Kupfervitriol wurde eine Auflösung von Cyankalium, bei gewöhnlicher Temperatur, so lange zugesetzt, als sich ein gelbbrauner Niederschlag bildete, welcher eben das cuCy ist.

Versuch XLIII. Einem grossen Hunde wurden 0,5 Grammen dieses Präparates, in Wasser umgeschüttelt, gegeben. Nch 1/2 Minute zeigte sich Speichelfluss; nach 15 Minuten reichliches Erbrechen, Excretionen des Urins und des Kothes mit Anstrengungen, erschwerter, schneller Athem, Spasmen im Schlunde; grosse Hitze, stetes Hervorstrecken der Zunge, Legen auf die Seite, schwache Anzeigen von Tetanus. Gegen Abend erholte er sich, war aber am andern Tage noch schwach und frass ohne Appetit; erholte sich aber.

16. Kupfercyanidcyanür (cyanetum cuprico-cuprosum, cuCy+CuCy). Bereitung. Es wurde aus dem vorigen Niederschlage, der einige Tage lang an der Luft geblieben war, gewonnen. Aus dem gelbbraunen Pulver wurde ein grünlichgelbes, welches eben diese Doppelverbindung ist.

Versuch XLIV. Einer grossen, starken Hündin wurde ungefähr 1 Gramm dieses Körpers, in Wasser umgeschüttelt, gegeben. Sie fiel, nach 2 Minuten, auf die rechte Seite, schrie; Krämpfe, Opisthotonus, unwillkürliche Urinexcretion. Einige Minuten später: Erbrechen, wieder Krämpfe und Opisthotonus, charakteristisches Athmen, wie von der Blausäure. Nach 1/2 Stunde erholte sie sich ein wenig, konnte stehen und war den andern Tag ganz munter, frass nur noch nicht gehörig. — Genas.

17. Kaliumkupfercyanür (cyanetum cuproso-kalicum), zwei Salze: Salz a, CuCy + KCy; Salz b, CuCy + 3KCy. Bereitung. Hr. Trapp löste Kupferchlorür in einem Ueberschusse von Cyankalium unter Kochen auf, und unterwarf diese Auflösung langsamer Krystallisation. Das erste Salz, a, krystallisirte (wie auch, wenn es auf andere Art bereitet wird) in Gestalt von farblosen, durchsichtigen, glänzenden Blättchen aus; darauf erst krystallisirte auch das Salz b, in Gestalt langer, rhombischer, farbloser, an der Luft unveränderlicher, Prismen.

---

*) cu = 1/2 Cu.

Versuch XLV. Einem Kaninchen wurden 0,3 Grammen des Salzes a gegeben, und zwar, da dasselbe in Wasser sehr schwerlöslich ist, als in Wasser umgeschütteltes Pulver; die Symptome der Blausäurevergiftung stellten sich sogleich ein, und das Thier verendete in weniger, als 1 Minute. Die Section am andern Tage zeigte alle Merkmale der Blausäurevergiftung, mit einem sehr vernehmlichen Geruche bitterer Mandeln.

Versuch XLVI. Einem jungen Hunde wurden 0,4 Grammen gegeben. Zeichen der Blausäurevergiftung zeigten sich nach 1/2 Minute; Aderlass blieb ohne Erfolg; Tod nach 4 Minuten. Die Section zeigte gleichfalls die gewöhnlichen Merkmale der Blausäurevergiftung.

Versuch XLVII. Einem grossen Hunde wurde von dem Salze *b* 0,5 Grammen auf einmal in einer concentrirten Wasserauflösung gegeben. Die Merkmale einer Blausäurevergiftung zeigten sich nach einigen Secunden; der Kopf wurde mit Schnee umlegt und mit kaltem Wasser begossen, innerlich bekam er einige Tropfen flüssiges Ammoniak (Duflos) und ein Gefäss mit eben diesem Alkali wurde ihm vor die Schnauze gehalten. Opisthotonus trat an die Stelle der Krämpfe; paralytischer Zustand, charakteristisches Athmen. Tod nach 5 Minuten. Bei der Section, am andern Tage, merkte man einen starken Blausäuregeruch, besonders aus dem Magen, dieser zeigte stellenweise eine unbedeutende, fleckige Röthe der Schleimhaut; Lungen, Herz (das rechte) und Leber hyperämisch; im Gehirn nichts besonderes. Die eine Hälfte der gesammelten Masse wurde aus Blausäure untersucht, die andere auf — Kupfer. Es ergab sich gegen 0,004 Grammen Cyansilber. Nach Behandlung des im Magen Enthaltenen mit Salpetersäure, zeigten in der nachgebliebenen Auflösung, gelbes Blutlaugensalz und Schwefelammonium deutlich das Vorhandensein von Kupfer an.

Versuch XLVIII. Einem Kaninchen wurden 0,3 Grammen in einer concentrirten Auflösung gegeben. Die Wirkung zeigte sich nach 20 Secunden: Schaum vor dem Maule, Taumeln, Fallen auf die linke Seite, Krämpfe, Opisthotonus; Tod nach 2 Minuten. Section am andern Tage: das Herz, besonders der rechte Ventrikel, hyperämirt; beide Lungen in den hintern Theilen hyperämirt und ödematös; die Leber gleichfalls hyperämisch; der Magen ergab beim Einschnitte einen Geruch nach bittern Mandeln; die grossen Venenstämme waren mit dunklem, flüssigen Blute angefüllt, im Gehirn nichts Besonderes.

Versuch XLIX. Einem nicht grossen Hunde wurden 0,05 Grammen in einer concentrirten Auflösung gegeben. Erbrechen nach 2 Minuten, das Thier legte sich, taumelte ein wenig, und erholte sich nach 1/2 Stunden. Nach einer Stunde bekam derselbe Hund 0,5 Grammen desselben Salzes. Erbrechen; erholte sich. Nach 1/2 Stunde bekam er wieder 0,5 Grammen. Wieder

Erbrechen und Sicherholen. Am andern Tage war er vollkommen gesund.

Anmerkung. Dieser Fall bietet eine Ausnahme von der allgemeinen Regel dar, und dient auch wieder als Beweis, wie vorsichtig man bei Folgerungen aus toxikologischen Versuchen sein muss. Auch wage ich es für jetzt nicht zu erklären, warum in diesem Falle die beiden letzten, ziemlich grossen Dosen keine von den auffallenden Wirkungen, die dem Nitryltypus der Blausäure eigen sind, hervorbrachten, während die erste, geringere eher etwas jenem Typus Aehnliches hervorrief? Sich hier auf die Individualität oder eine Idiosynkrasie berufen, hiesse — nichts sagen.

18. Quecksilbercyanid (cyanetum hydrargyricum, hgCy) *). Bereitung. Durch directes Verbinden (Auflösung) von rothem Quecksiberoxyd in Blausäure, oder, nach der französischen Pharmacopöe, durch Abkochen von 4 Theilen zu Pulver geriebenen Berlinerblau, 3 Theilen Quecksilberoxyd mit 40 Theilen Wasser und durch die darauf folgenden Operationen: Durchfiltriren, nochmaliges Abkochen mit Wasser, neues Durchlassen und endlich — Krystallisation. Die Wirkung des Quecksilbercyanids ist schon durch die Versuche Coullon's, Orfila's, Ollivier's u. A. und durch Beobachtungen von Vergiftungen mit diesem Körper bekannt geworden. Um so mehr muss es befremden, sogar in dem klassischen Gerhardt'schen Werke zu finden, dass er den Gebrauch des Cyanquecksilbers in der Medizin (Horn u. A.) nicht verwirft**).

Versuch L. Einem jungen Hunde wurden 0,004 Grammen in einer Auflösung von 0,2 Grm. Wasser gegeben. Wirkung nach einigen Secunden: Schwäche, Taumeln, Neigung zum Erbrechen; nach 10 Minuten darauf: Ausleerungen nach unten, Krämpfe, Fallen auf die rechte Seite. Er erholte sich, war aber sehr schwach, erschwertes Athmen, erholte sich gegen Abend ganz.

Versuch LI. Einem nicht grossen Hunde wurden 0,008 Grammen in eben einer wässerigen Lösung gegeben. Speichelfluss, Neigung zum Erbrechen, Schwäche, Ausleerung von Urin und Koth, legte sich auf den Bauch, beschleunigtes Athmen. Nach $^1/_2$

---

*) hg = $^1/_2$ Hg.

**) „Le cyanure de mercure est employé en médecine, on le préfère au sublimé corrosif, parcequ'il est plus soluble et moins décomposable, ce qui permet de l'associer sans inconvénient aux parties extractives des plantes; il n'est pas non plus aussi sujet à produire des douleurs épigastriques.“ (Traité de chimie organique, t. I. p. 356.)

Stunde erholte er sich, war aber sehr traurig und frass nicht. Am andern Tage war er gesund.

Versuch LII. Einem grossen Hunde wurden 0,008 Grammen in einer concentrirten Auflösung gegeben. Wirkung, wie von der Blausäure, zeigte sich nach 2 Minuten: er fiel auf die linke Seite, Krämpfe, Opisthotonus, das charakteristische Athmen; Tod nach 4 Minuten. Die Section, nach 24 Stunden, zeigte die gewöhnlichen Erscheinungen der Blausäurevergiftung. Der Magen gab Geruch bitterer Mandeln, seine Wände waren normal; in den Lungen, dem Herzen, der Leber u. s. w. Hyperämie. Die Untersuchungen des im Magen Enthaltenen, nach der Heisch'schen Methode, zeigte nur Spuren von Blausäure, obschon man der Salpetersäure einige Tropfen Schwefelsäure, zur Verhütung der Amalgamirung des Zinks, beigefügt hatte.

Versuch LIII. Einem grossen Hunde wurden 0,04 Grammen in einer verdünnten Auflösung in die linke Jugularis eingespritzt; er fiel sogleich auf die Seite, starke Krämpfe, Opisthotonus, beschleunigtes, darauf charakteristisches Athmen, wie von Blausäure; erholte sich ein wenig, blieb aber sehr schwach und verendete nach 46 Stunden. Die Section, am andern Tage, zeigte: fibrinöse Gerinnsel in der verletzten Vene; eiteriges Oedem in dem Zellgewebe der tieferen Lamelle der Halsfascia; starke Hyperämie des rechten Herzens und der Lungen, mit Oedem dieser letzteren, Hyperämie der Leber und des Gehirns; Geruch von Blausäure wurde nicht bemerkt.

Versuch LIV. Einem alten, mit Rotz behafteten Pferde wurden gegen 0,8 Grammen Cyanquecksilbers in einer Auflösung von 10 Gram. Wasser in die linke Jugularis eingespritzt. Es fiel sogleich auf die linke Seite, starke Krämpfe, Verengerung der Pupillen, Opisthotonus; Tod in weniger als 1 Minute. Section am andern Tage: die Jugularis war von dem Einschnitte (durch den die Einspritzung erfolgte) an, hinunter bis zum Pericardium, bedeutend ausgedehnt, und mit consistenten fibrinösen Gerinnseln von gelblicher Farbe angefüllt; in den beiden Herzventrikeln, eben so wie auch in den Vorhöfen, fand sich dichtes, kirschbraunes Blut. Lungen, Leber und Milz waren auch mit kirschbraunem Blute angefüllt. Im Gehirn und dem Rückenmarke eine unbedeutende Hyperämie, die übrigen Erscheinungen aber bezogen sich auf den Rotz, an welchem das Pferd litt.

Versuch LV. Einer grossen Ratte wurden 0,1 Grammen in einer concentrirten Auflösung gegeben. Die Wirkung zeigte sich nach 15 Minuten: Schwäche, Krämpfe, beschleunigter Athem. Tod nach 10 Minuten. Section am andern Tage: Hyperämie der Lungen, des Herzens, der Leber; im Magen und den Gedärmen, ausser einem starkem Blausäuregeruch, nichts Besonderes.

Versuch LVI. Einer andern Ratte wurden in eben einer solchen Auflösung 0,5 Grammen gegeben. Die Wirkung äusserte sich nach 25 Secunden; Fallen auf die linke Seite, Krämpfe, Opisthonus, u. s. w. Tod nach 1/2 Minute. Section am andern Tage: dieselben Anzeichen, wie im vorigen Falle, aber überdies noch Oedem beider Lungen.

Versuch LVII. Ein junger Rabe bekam 0,2 Grammen. Wirkung nach 2 Minuten; fiel auf den Rücken, Krämpfe; erholte sich nach einigen Minuten; aber der Athem war sehr schnell, röchelnd; darauf wieder Krämpfe. Tod 20 Minuten nach Eingabe. Section am andern Tage: Hyperämie der Lungen, des Herzens, der Leber; im Darmkanale und im Gehirn nichts Besonderes; gar kein Geruch von Blausäure.

19. Quecksilbercyanid mit Jodkalium (cyanetum hydrargyricum cum jodeto kalico, 2hgCy + KJ). Bereitung. Durch unmittelbares Mischen der Auflösungen beider Salze und Krystallisirung erhielt ich farblose, im Wasser auflösliche Perlmutterblättchen.

Versuch LVIII. Ein Kaninchen bekam 0,008 Grammen in einer concentrirten Auflösung; sogleich fing es zu taumeln an, fiel auf die rechte Seite; Krämpfe, Opisthotonus; Tod nach 50 Secunden. Die Section nach 1/2 Stunde, zeigte Ueberfüllung mit dunklem Blute des Herzens, der Lungen, der Leber und der grossen (vorzüglich Venen-) Gefässe, mit Blausäuregeruch im Magen.

20. Quecksilbercyanid mit chromsaurem Kali (cyanetum hydragyricum cum chromate kalico, 2hgCy + $CrKO^4$). Bereitung. Durch Abdunsten gemischter Aufllösungen beider Salze, zweier Theile Quecksilbercyanids und eines Theiles chromsauren Kalis, wurden hellgelbe, in Wasser leicht auflösliche Krystallblättchen gewonnen. In der Auflösung dieses Salzes gibt das salpetersaure Silberoxyd einen ziegelrothen Niederschlag; Chlorwasserstoffsäure entwickelt einen starken Blausäuregeruch; wird darauf Jodkalium hinzugesetzt, so erhält man den rothen Jodquecksilberniederschlag; Schwefelammonium aber ergibt einen braunschwarzen Niederschlag.

Versuch LIX. Einem jungen Hunde wurden 0,05 Grammen in einer concentrirten Auflösung gegeben. Unruhe, Neigung zum Erbrechen; nach 1 Minute starkes Erbrechen, das binnen 10 Minuten sich mehrmals wiederholte; darauf Taumeln, Fallen auf die linke Seite, worauf er sich auf die andere Seite umkehrte; Krämpfe, Opisthotonus; paralytischer Zustand; Tod nach 1/2 Stunde. Section nach 1 Stunde: Ecchymosen auf der Schleimhaut des Magens, welcher nach Blausäure roch; Hyperämie mehrerer Organe, wie im vorigen Falle.

21. Quecksilbercyanid mit Quecksilberchlorid (cyaneto-chloretum hydrargyricum, hgCy + hgCl). Bereitung, ähnlich wie beim Vorigen; sie ergibt viereckige, an der Luft unveränderliche Pyramiden.

Versuch LX. Einem alten Hunde wurden 0,2 Grammen in einer concentrirten Auflösung gegeben. Die Wirkung zeigte sich nach einer Minute: starkes Erbrechen, darauf nach 1½ Minuten Fallen auf die linke Seite, starke Krämpfe, Opisthotonus, paralytischer Zustand; Tod nach 4 Minuten. Die Section am folgenden Tage ergab: Hyperämie der Lungen, des Herzens, der Leber und des Gehirns. Im Mageu Röthe mit Flecken, Streifen und Ecchymosen; im Anfange des Zwölffingerdarms ebenfalls Röthe, die allmälig abnahm.

22. Quecksilbercyanid mit Cyankalium (cyanetum hydrargyrico-kalicum, hgCy + KCy) wird ebenfalls durch unmittelbares Mischen der Auflösungen beider Salze und Krystallisiren erhalten; es sind regelmässige, farblose, an der Luft unveränderliche, im kalten Wasser leicht lösliche, Octaëder.

Versuch LXI. Ein grosser Hund bekam 0,2 Grammen in einer concentrirten Auflösung. Die Wirkung, ähnlich derjenigen der Blausäure, zeigte sich sogleich; Fallen auf die Seite, Krämpfe, Opisthotonus; Tod nach 1½ Minuten. Die Section zeigte den gewöhnlichen Anzeichen der Blausäurevergiftung und den obigen gleiche Erscheinungen.

23. Cyansilber (cyanetum argenticum, AgCy.) Bereitung. Zu einer Auflösung von salpetersaurem Silberoxyd wurde Blausäure so lange hinzugesetzt, als sich ein weisser Niederschlag bildete, der im Wasser unlöslich, in kalter Salpetersäure sehr wenig, in Ammoniak aber und in Cyankalium leicht löslich ist. Dieser Niederschlag wurde sorgfältig ausgewaschen und getrocknet.

Versuch LXII. Einem grossen, starken Hunde wurden 0,5 Grammen, in Wasser umgeschüttelt, gegegen. Starkes Erbrechen nach 10 Minuten; Absonderung von Urin und Koth mit Anstrengung; Taumeln, Hitze, Hervorstrecken der Zunge, beschleunigter Athem, Husten. Nach einer Stunde war er noch schwach, und frass Abends mit Unlust. Am andern Tage erholte er sich.

Versuch LXIII. Ein Kaninchen erhielt 0,3 Grammen. Die Wirkung äusserte sich nach 3 Minuten, und war ganz derjenigen der Blausäure ahnlich. Nach intermittirenden Krämpfen, Opisthotonus und einem halb-paralytischen Zustande, starb es nach 15 Mi-

nuten. Section am folgenden Tage: Oedem der rechten Lunge; Herz, Leber, venöse Gefässe hyperämirt; der Magen gibt den Geruch bitterer Mandeln; seine Schleimhaut ist stellenweise hyperämirt.

24. Kaliumsilbercyanür (cyanetum argentico-kalicum, AgCy. + KCy). Bereitung. Cyansilber wurde in Cyankalium aufgelöst, es ergaben sich farblose, an der Luft unveränderliche, in 8 Theilen kalten und 1 Theile kochenden Wassers auflösliche, Octaëder.

Versuch LXIV. Einem kleinen Hunde wurden 0,3 Grammen in einer verdünnten Auflösung gegeben. Die Wirkung äusserte sich nach $^{1}/_{4}$ Minute; Fallen auf die Seite, Krämpfe u. s. w. wie von der Blausäure. Tod nach 2 Minuten. Bei der Section am dritten Tage: im Magen und der Hirnhöhle ein merklicher Geruch von Blausäure; keine Hyperämie, weder im Gehirn noch im Rückenmarke; die Lungen etwas ödematös und hyperämirt, eben so auch Herz, Leber und Milz. Bei Untersuchung des im Magen Enthaltenen, liess sich kaum eine Spur von Cyanverbindung erkennen.

25. Palladiumcyanür (cyanetum palladosum, PdCy). Bereitung. Eine Auflösung von Chlorpalladium wurde zu einer Auflösung von Cyanquecksilber so lange zugegossen, als sich ein weissgelber Niederschlag bildete, der sorgfältig ausgewaschen und bei 100° getrocknet wurde. Dieser Niederschlag nun ist die Verbindung PdCy.

Versuche LXV und LXVI. Einem Hunde wurden 0,5 Grammen, einem Kaninchen 0,3 Grammen in einer geringen Quantität Wasser gegeben. Es wurde gar keine Wirkung bemerkt; sie blieben vollkommen gesund.

26. Kaliumpalladiumcyanür (cyanetum palladoso-kalicum, PdCy + KCy + 3HO). Bereitung. Palladiumcyanür wurde in Cyankalium aufgelöst, und diese Auflösung langsamer Verdünstung unterworfen. Es ergaben sich rhombische, in kaltem Wasser leicht lösliche Prismen.

Versuch LXVII. Einem Hunde von Mittelgrösse wurden 0,5 Grammen in einer Auflösung von 6 Grm. Wasser gegeben. Sogleich äusserte sich eine Wirkung, wie von Blausäure: Taumeln, Fallen auf die Seite, Krämpfe, schnelles Athmen; darauf aber stand er nach 3 Minuten auf; Ausleerungen von Harn und Koth; 2 Minuten darauf Erbrechen. War sehr schwach, legte sich auf den Bauch. Erholte sich nach einer Stunde; blieb jedoch noch sehr schwach und nahm kein Futter. Am folgenden Tage keine besondere Anzeichen, ausser Schwäche; nach 2 Tagen war der

Appetit noch schwach. Tod nach 5 Tagen unter Zeichen totaler Kraftlosigkeit.

Versuch LXVIII. Einer grossen, alten Katze wurden 0,4 Grammen in eben solch einer Auflösung gegeben. Nach ½ Minute fiel sie auf die Seite, starke Krämpfe, Opisfhotonus, Schreien, unfreiwillige Harnausleerung; dem charakteristerischen Athem folgen Krämpfe und Opisthotonus; sie kehrte sich während der Krämpfe auf die andere Seite, darauf wurde sie etwas ruhiger, aber nicht lange: wieder Krämpfe, erschwertes Athmen; lang bewegungslos, Tod 9 Stunden nach Eingabe. Section nach 14 Stunden: Hyperämie und Oedem der linken Lunge, in der rechten Lunge nur Hyperämie; Herz und Leber gleichfalls mit dunklem, flüssigen Blute überfüllt. Im Magen und den Gedärmen nichts Besonderes; gar kein Blausäuregeruch. Gehirn und Rückenmark im Normalzustande.

27. Goldcyanür (cyanetum aurosum, AuCy). Bereitung. Kaliumgoldcyanür wurde in Chlorwasserstoffsäure erhitzt; dabei schlug sich ein krystallinisches Pulver von citronengelber Farbe nieder, das sich unter dem Mikroskop in Gestalt sechsseitiger Täfelchen darstellte, und weder in Wasser, noch Alkohol, noch Aether, noch in Säuren (sogar beim Kochen) und kaum in Königswasser löslich war.

Versuch LXIX. Ein Kaninchen bekam 0,2 Grammen dieses Pulvers. Es gaben sich keine besondere Anzeichen kund. Das Thier war nach einigen Tagen gesund und frass mit Appetit.

28. Kaliumgoldcyanür (cyanetum auroso-kalicum, AuCy+KCy). Bereitung. Eine Auflösung von Goldchlorür wurde mit einer kochenden Auflösung von Cyankalium vermischt, und bei langsamer Verdünstung dieses Gemisches wurden rhombische, längliche, farblose, an der Luft unveränderliche, im Wasser leicht auflösliche, Octaëder erhalten.

Versuch LXX. Einem kleinem Hunde waren in einer concentrirten Auflösung 0,3 Grammen gegeben. Nach 3 Minuten stellten sich Erbrechen und alle Erscheinungeu der Bläusäurevergiftung ein. Nach ½ Stunde erholte er sich ein wenig, war aber schwach und stand nicht auf. Tod nach 5 Stnnden. Section am dritten Tage: alle Zeichen der Blausäurevergiftung und wie oben; kein Geruch bitterer Mandeln.

29. Cyanblei (cyanetum plumbicum, PbCy). Bereitung. Aus essigsaurem Bleioxyd und Cyanammonium; der dabei gewonnene

weissgelbe Niederschlag wurde sorgfältig ausgewaschen und getrocknet.

Versuch LXXI. Einem nicht grossen Hunde wurden 0,3 Grammen dieses Niederschlages, in Wasser umgeschüttelt, gegeben. Die Wirkung äusserte sich nach 3 Minuten durch Symptome, ähnlich denen der Blausäurevergiftung: Krämpfe, Opisthotonus, beschleunigter Athem bei halbparalytischem Zustande. Es wurden ein reichlicher Aderlass aus der Jugularis und Begiessungen mit kaltem Wasser gemacht: er schien etwas zur Besinnung zu kommen, war aber sehr schwach und verendete nach 4 Stunden. Die Section, am folgenden Tage, zeigte die der Blausäure eigenthümlichen Erscheinungen.

30. Cyanblei und Bleioxyd (cyanetoxydum plumbicum, PbCy + 2PbO.) Bereitung. Zu basischem essigsaurem Bleioxyd wurde zuerst Ammoniak und darauf Blausäure gegossen, wobei sich der weisse Niederschlag dieser Verbindung ergab (Erlenmeyer).

Versuch LXXII. Einem kleinen Hunde wurden 0,2 Grammen, in Wasser umgeschüttelt, gegeben. Erbrechen nach 5 Minuten, Schwäche, Taumeln, accelerirter Athem; erholte sich darauf, und war am folgenden Tage ganz gesund.

Versuch LXXIII. Einem andern, nicht grossen Hunde wurde eben diese Dosis gegeben. Die Wirkung zeigte sich nach 13 Minuten: Taumeln, Wackeln mit dem Kopfe; Ausleerungen von Harn und Koth, Schwäche, keine Neigung zum Fressen. War den andern Tag hergestellt.

Versuch LXXIV. Ein Kaninchen bekam dieselbe Dosis. Nach 2 Minuten taumelte es, bewegte sich mit Mühe, lag mit ausgestreckten Füssen; beschleunigter Athem. Verendete nach 5 Stunden, mit Anzeichen von Krämpfen. Die Section, nach 6 Stunden, zeigte Anzeichen, wie die oben nach andern Cyanverbindungen beschriebenen.

31. Kaliummangancyanid (cyanetum manganico - kalicum, 3mnCy+3KCy). Bereitung. Zu einer Auflösung von Manganchlorür (MnCl) wurde eine Auflösung von Cyankalium so lange hinzugesetzt, bis der sich dabei bildende schmutzig-blass-rosige Niederschlag, der darauf in schmutzig-grüne Farbe überging, im Ueberschusse des Cyankaliums aufgelöst war. Diese Auflösung wurde langsamer Ausdünstung in einem Sandbade unterworfen. Es ergaben sich dunkelrothe, nadelförmige Krystalle, die an der Luft die braune Farbe annahmen, und durch Wasser, unter Ausscheidung

von Blausäure und Niederschlagen von schwarzem Manganoxydhydrat, zersetzt wurden. Reinen Cyanmangan zu erhalten, gelang es mir auf keine Weise; denn die Verbindungen, welche von verschiedenen Verfassern unter diesem Namen beschrieben werden, enthalten einen Zusatz von Oxydul- oder Oxydhydrat dieses Metalls, wenn sie nicht gar gänzlich aus diesen beiden bestehen.

Versuche LXXV bis LXXX. Ich gab 3 Hunden, einem Kaninchen und einer Katze von 0,3 bis zu 1 Grammen solcher Manganverbindungen, die ich als Niederschlag aus den Salzen des Manganoxyduls und des Cyankaliums gewonnen hatte. In keinem dieser Fälle bemerkte ich eine der Blausäure ähnliche Wirkung, nicht einmal Zeichen einer Irritation des Darmcanals.

Versuch LXXXI. Einem jungen Hunde wurden 0,3 Grammen Kaliummangancyanid in einer verdünnten Wasserauflösung gegeben. Die Wirkung zeigte sich nach einigen Stunden: alle Symptomen einer Blausäurevergiftung; Tod nach 5 Minuten. Bei der Section, am folgenden Tage, ergab sich: Oedem der linken Lunge, die rechte nur hyperämirt, im Herzen grosse fibrinöse Gerinnsel; Leber und Milz gleichfalls hyperämirt; der Magen enthielt viel Speisemischung und roch stark nach bitteren Mandeln; ausserdem bemerkte man in demselben, wie auch im Gehirne, nichts Besonderes.

32. Cyankobalt (cyanetum cobaltosum, CoCy). Bereitung (nach der Wöhler'schen Methode). Zu einer Auflösung von essigsaurem Kobaltoxyd wurde starke Blausäure zugesetzt. Der dabei gewonnene Niederschlag wurde mit Wasser ausgewaschen und getrocknet. Die durch Niederschlagen anderer Kobaltsalze (des schwefelsalpetersauren, des Chlorkobalts) durch Cyankalium gewonnenen Niederschläge, sind ebenfalls fleischfarbig oder von röthlichbrauner Farbe; von ihnen gilt dasselbe, wie von den Manganverbindungen.

Versuche LXXXII bis LXXXVII. Hunden und Kaninchen wurden von 0,3 bis 0,5 — 0,7 — 0,8 Grammen dieser Niederschläge gegeben, ohne dass eine besondere Wirkung erfolgt wäre.

Versuche LXXXVIII bis XCI. Cyankobalt, nach Wöhler's Vorschrift bereitet, wurde in Dosen von 0,3 — 0,5 — 0,8 — 1 Grm. Hunden und Kaninchen gegeben, und verursachte nur in den 2 letzten Fällen (an Hunden) ein leichtes Erbrechen; aber auch nur einigermassen den durch die Blausäure hervorgerufenen ähnliche Erscheinungen, bemerkte ich an keinem dieser Thiere.

33. Kaliumkobaltcyanid (cyanetum kobaltico-kalicum, 3coCy+3KCy*). Bereitung. Durch Auflösen von Cyankobalt in Cyankalium und Krystallisation, werden durchsichtige, gelbliche, flache, mit dem rothen Blutlaugensalze isomorphe Prismen gewonnen, die einen Zusatz von Cyankalium enthalten.

Versuch XCII. Einem jungen Hunde wurde 1 Grm. solcher Krystalle in Auflösuug gegeben. Nach 3 Minuten starkes Erbrechen, Taumeln, halbparalytischer Zustand der hintern Extremitäten; Schwäche, Verschmähen des Futters. Erholte sich nach 3 Stunden, und war am folgenden Tage ganz gesund.

Versuch XCIII. Einem jungen Kaninchen wurden 0,5 Gram. in einer Auflösung gegeben. Die einer Betäubung ähnliche Wirkung zeigte sich nach 2 Minuten; beschleunigter Athem, Bewegungslosigkeit. Erholte sich nach 20 Minuten, und war am andern Tage vollkommen gesund.

Versuch XCIV. Einem grossen Kaninchen wurde 1 Gram. dieses Salzes in einer Auflösung gegeben. Die Wirkung äusserte sich nach 25 Secunden: Bewegungslosigkeit, sogar wenn man es schreckte: Vonsichstrecken der Füsse, Senken des Kopfes, Krämpfe und schwacher Opisthotonus, beschleunigtes Athmen. Erholte sich nach 1 Stunde und war am andern Tage ganz gesund.

34. Zinkkobaltcyanid (cyanetum-cobaltico-zincicum, 3coCy + 3ZnCy).

35. Nickelkobaltcyanid (cyanetum cobaltico-niccolosum, 3coCy + 3NiCy + 12HO).

36. Kobaltcyanürcyanid (cyanetum cobaltico-cobaltosum, 3coCy+3CoCy+14HO).

37. Kupferkobaltcyanid (cyanetum cobaltico-cupricum, 3coCy+3cuCy+7HO).

38. Silberkobaltcyanid (cyanetum cobaltico-argenticum, 3coCy + 3AgCy). Bereitung. Alle diese Niederschläge werden durch Zusetzen der auflöslichen Salze jener ersten Metalle (Zink, Nickel, Kobalt, Kupfer, Silber) zu einer Auflösung von Kaliumkobaltcyanid gewonnen. Es gibt noch andere, ähnliche Niederschläge, aber ich hielt es für unnöthig, sie zu untersuchen, weil die Sache klar ist

*) co = ²/₃ Co.

und weil man aus meinen Versuchen mit diesen 5 Niederschlägen sich eine richtige Meinung auch von den übrigen, ihnen ähnlichen, aus den Salzen des Mangans, Eisens, Zinns, Bleis u. s. w. gewonnenen, bilden kann.

Versuche XCV bis XCVIII. Diese Niederschläge wurden Hunden, Katzen, Kaninchen in Dosen von 0,5 Grammen bis zu 1,5 Gram. gegeben, und brachten nichts der Wirkung der Blausäure Aehnliches hervor, in einigen Fällen Anzeichen von Irritation des Magens, als: Erbrechen, Mangel an Appetit u. s. w.; kein Fall aber war tödtlich.

39. Chromcyanid (cyanetum chromicum, Cr^2Cy^3 oder 3cr Cy*). Bereitung. Zu einer Auflösung von schwefelsaurem Chrom wurde eine Auflösung von Cyankalium zugegossen. Dies ergab einen hellgrauen, bläulichen Niederschlag, der weder in Wasser, noch in Cyankalium löslich war. Blausäure schlägt das Chromcyanid aus dessen Oxydsalzen nicht nieder, und der vom Cyankalium gewonnene Niederschlag ist nichts anderes, als Chromoxydhydrat, wovon man sich durch Analyse dieses Niederschlages leicht überzeugen kann.

Versuche XCIX bis CXVIII. Ich gab Hunden, Katzen und Kaninchen von 0,5 Gram. bis zu 2 Gram. dieses Niederschlages, und bemerkte kein Mal etwas der Wirkung von Blausäure Aehnliches; nur bei einem grossen Hunde, der 2 Gram. auf ein Mal bekommen hatte, zeigte sich Erbrechen.

40. Kaliumchromcyanid (cyanetum chromico-kalicum, 3crCy+3KCy). Bereitung. Chromoxydhydrat wurde mit kaustischem Kali gemischt und zu dieser Mischung starke Blausäure hinzugethan. Diese Mischung bekam an der Luft eine braune Farbe und durch Auskrystallisiren derselben bei mässiger Ausdünstung, ergaben sich gelbe, mit dem rothen Blutlaugensalze und dem Kaliumkobaltcyanid isomorphe Krystalle.

Versuch CXIX. Ein grosser Hund bekam 0,5 Grm. in einer wässerigen Lösung. Es zeigte sich nichts Besonderes, das Thier blieb gesund.

Versuch CXX. Einem andern, nicht grossen Hunde wurden 0,8 Grm. in einer concentrirten Auflösung gegeben. Erbrechen nach 3 Minuten; Taumeln, legte sich auf den Bauch, frass nicht,

---

*) cr = $^2/_3$ Cr.

accelerirter Athem. Erholte sich nach ½ Stunde, und war am andern Tage ganz gesund.

Versuch CXXI. Ein grosses Kaninchen bekam 0,5 Grm. in einer concentrirten Auflösung. Wirkung wie von Blausäure, nach ½ Minute: Fallen auf die Seite, Krämpfe, Opisthotonus, Tod nach 3 Minuten. Die Section, am folgenden Tage, ergab: Lungen, Herz, Leber, Gehirn hyperämirt, der Magen gab sehr schwachen Blausäuregeruch.

Versuch CXXII. Einem andern, kleinen Kaninchen wurden 0,3 Grm. in einer concentrirten Auflösung gegeben. Wirkung, ähnlich der von Blausäure, nach ¼ Minute; Tod nach 1 Minute. Aehnlicher Befund.

Anmerkung. Die Giftigkeit des Kaliumkobaltcyanids und Kaliumchromcyanids hing offenbar in meinen Versuchen von der Beimischung des freien Cyankaliums zu den Doppelcyanverbindungen des Kobalts und Chroms ab; dies bewies sogar der Geruch, den diese Salze in einer Wasserlösung gaben. Um sie von dieser Beimischung ganz zu reinigen, behandelte ich ihre Auflösungen mit schwacher Essigsäure, und schlug darauf die reinen Salze mit Alkohol nieder. Die geringe Quantität des auf diese Art von mir gewonnenen Kaliumkobaltcyanids gestattete mir nicht, Versuche in grösserem Massstabe anzustellen; doch bemerkte ich, dass in den mit Alkohol niedergeschlagenen Salzen der Bittermandelgeruch gänzlich fehlte, und, auf Grundlage der Analogie ihrer Festigkeit mit derjenigen des rothen Blutlaugensalzes, kann ich kühn behaupten, dass: „3coCy + 3KCy und 3crCy + 3KCy, von dem Zusatze des Cyankaliums befreit, auf den Organismus nicht ähnlich der Blausäure und andern auflöslichen Cyanverbindungen, die zu dem Nitryltypus der Blausäure gehören, wirken."

41. Eisencyanür (cyanetum ferrosum, FeCy). Bereitung nach Robiquet, durch Mischung von Berlinerblau mit Wasser, welches mit Schwefelwasserstoff gesättigt worden und Stehenlassen dieser Flüssigkeit, in einem fest verschlossenem Gefässe, mehrere Tage lang. Es ergab sich ein weisser Niederschlag, welcher eben FeCy ist. An der Luft wird er bald blau. Durch Hinzusetzen von Cyankalium zu einer Auflösung von Eisenoxydulsalz erhält man einen röthlichen, am Rande grünlichen Niederschlag, welcher nichts anderes ist, als eine Mischnng von Eisenoxyd- und Oxydulhydrat. Durch Hinzuthun von Cyankalium im Ueberschusse, wird ein Theil des Niederschlages aufgelöset, auf dem Boden bleibt dunkelrothes Eisenoxydhydrat, in der Auflösung gelbes Blutlaugensalz.

Versuche CXXIII und CXXIV. Einem Hunde wurde 1 Gramm des weisslich-bläulichen, nach Robiquet's Methode erhaltenen Niederschlags gegeben. Es zeigte sich keine Wirkung; ein Kaninchen bekam 0,8 Grm. ebenfalls ohne alle, der Blausäure ähnliche, Wirkung.

Versuche CXXV und CXXVI. Ein grosser Hund bekam 1 Grm. eines durch Zusetzen von Cyankalium zu schwefelsaurem Eisenoxydul gebildeten Niederschlags; ein Kaninchen 0,7 Grm. Es zeigten sich in beiden Fällen keine besonderen Wirkungen. Die Analyse bestätigte die Ansicht, dass in diesem Niederschlage keine Cyanverbindung vorhanden sei.

42, 43. Eisencyanid (cyanetum ferricum, $Fe^2 Cy^3 = 3feCy$*). Eisenmagnetcyanid (Fe^3Cy^4). Bereitung. Ich bediente mich Eisencyanids in Gestalt des dunkelgrünen Posselt'schen Pulvers, welches ich durch langes Abkochen einer Auflösung von Wasserstoff-Eisencyanid erhalten hatte. Dieses Pulver ist in Wasser und Alkohol nicht löslich, sein Bestand ist $3feCy + 3HO$. Es verträgt eine Temperatur von 230° bis 240°; bei einer höheren aber scheidet das Cyan aus, und das Pulver selbst verwandelt sich in Berlinerblau. Cyankalium bildet in Eisenoxydsalzen einen schmutzig-blaugrauen Niederschlag, der beim Kochen grün wird, und auch Cyaneisen ist, doch ein dem Magnetcyaneisen, d, i. Fe^3Cy^4 (oder was dasselbe ist, $FeCy + 3feCy$) entsprechendes, mit einer Beimischung von Berlinerblau.

Versuch CXXVII. Einem nicht grossen Hunde wurde 1 Grm. des Posselt'schen Pulvers, in Wasser umgeschüttelt, gegeben. Keine besonderen Symptome, ausser Speichelfluss und Neigung zum Erbrechen.

Versuch CXXVIII. Einem andern Hunde von Mittelgrösse wurde ebenso ein Grm. der letzteren Verbindung (Fe^3Cy^4) eingegeben. Erbrechen nach 7 Minuten, Speichelfluss, Unlust zum Fressen; darauf, nach 1/2 Stunde, erholte er sich, und war am folgenden Tage ganz gesund.

Anmerkung. Schon oben erwähnte ich, dass die einfachen Cyanverbindungen des Eisens noch nicht ganz genau untersucht sind und desshalb lassen sich, sowohl in chemischer, als in toxikologischer Hinsicht, keine streng positiven Schlüsse über dieselben festsetzen. Uebrigens sehen wir, dass das Cyaneisen sehr lose ist, und leicht in einen zusammengesetzten Cyankörper übergeht, ins

---

*) fe = 2/3 Fe.

Berlinerblau, welches in seinem Bestande der Eisenwasserstoffcyansäure entspricht; dagegen aber sind Eisencyanid und Eisenmagnetcyanid feste Körper; dafür erscheinen sie aber auch in Gestalt von Doppel-Verbindungen des Cyans.

44. Wasserstoffeisencyanür (acidum ferro-hydro-cyanicum, 2FeCy + 4HCy). Bereitung, nach der Posselt'schen Methode, mittelst Zersetzung gelben Blutlaugensalzes durch Chlorwasserstoffsäure, und Ausscheidung der eisenhaltigen Blausäure durch Aether. Es ergaben sich dünne, weisse, durchsichtige Blättchen, welche darauf, zur Ausscheidung des Wassers, in einer Mischung von Alkohol und Aether gewaschen, und in einem luftleeren Raume, über Schwefelsäure getrocknet wurden.

Versuch CXXIX. Einem grossen Hunde wurde 1 Gram. dieser Säure in einer concentrirten Wasserauflösung gegeben. Speichelfluss, Neigung zum Erbrechen; es erfolgte weder Erbrechen, noch irgend eine andere Wirkung. Das Thier blieb ganz gesund.

Versuche CXXX und CXXXI. Zwei Kaninchen wurde diese Säure in Dosen von 0,2 und 0,3 Gram. in einer concentrirten Auflösung gegeben. Es zeigte sich nichts Besonderes.

45. Kaliumeisencyanür, gelbes Blutlaugensalz (cyanetum ferroso-kalicum, 2FeCy+4KCy+6HO). Bereitung. Ausser dem verkäuflichen Salze, gebrauchte ich zu meinen Versuchen noch ein, durch Kochen einer Mischung von Berlinerblau mit kohlensaurem Kali und Abkrystallisiren bereitetes.

Versuche CXXXII bis CXLIV. Dosen von 0,5 bis zu 2 Grm. Kaninchen, Katzen, Ratten, Hunden gegeben, zeigten keine giftige Folgen, nicht einmal Irritation des Darmcanals an.

46. Zinkeisencyanür (cyanetum ferroso-zincicum, 2FeCy + 4ZnCy + 6HO). Bereitung. Zu einer Auflösung von gelbem Blutlaugensalze wurde schwefelsaures Zinkoxyd so lange zugesetzt, als sich noch ein weisser, gallertartiger Niederschlag bildete, der sorgfältig ausgewaschen und getrocknet wurde.

Versuche CXLV bis CXLVIII. Dosen von 0,5 bis zu 2 Grm. Hunden und Kaninchen gegeben, hatten keine Anzeichen von Vergiftung zu Folge.

47. Berlinerblau (cyanetum ferroso-ferricum, 2FeCy + 4feCy + 12HO). Ich bediente mich des verkäuflichen und eines durch Niederschlagen aus gelbem Blutlaugensalze durch Eisenchlorid.

Versuch CXLIX. Ein grosser 'Hund bekam 0,8 Gram. mit **Wasser** gemischt; keine Symptome.

Versuche CL bis CLXI. Dosen von 1 bis 2 Gram. erregten mehr oder minder starkes Erbrechen, aber ohne alle Symptome von Blausäurevergiftung.

48. Kupfereisencyanür (cyanetum ferroso-cupricum). Ein braunrother Niederschlag, gewonnen durch Zusetzen einer Auflösung von schwefelsaurem Kupferoxyd zu einer Auflösung von gelbem Blutlaugensalze.

49. Wismutheisencyanür (cyanetum ferroso-bismuthicum). Ein weisser Niederschlag, erhalten durch Zusetzen von salpetersaurem Wismuthoxyd zu einer Auflösnng des obigen Salzes.

50. Zinneisencyanür (cyanetum ferroso-stannosum). Ein weisser, gallertartiger Niederschlag, erhalten durch Zusetzen einer Auflösung von Zinnchlorür zu demselben Blutlaugensalze.

51. Bleieisencyanür (cyanetum ferroso-plumbicum) und

52. Silbereisencyanür (cyanetum ferroso-argenticum). Weisse Niederschläge, auf dieselbe Art aus salpetersaurem Blei- nnd Silberoxyd gewonnen.

53. Quecksilbereisencyanür (cyanetum ferroso-mercuricum). Ein weisser, beim Stehen blauwerdender Niederschlag, erhalten durch Zusetzen einer Auflösung von Quecksilberchlorid zu einer Auflösung von gelbem Blutlaugensalze.

Versuche CLXII bis CLXVIII. Diese Niederschläge, zu Dosen von 0,2 — 0,3 — 0,5 und bis zu 1 Grm. mit Wasser gemischt, Hunden und Kaninchen gegeben, brachten kein Mal eine der Blausäure ähnliche Wirkung hervor. Nach einigen derselben erfolgte Erbrechen, aber es zeigten sich kein Mal lebensgefährliche Folgen.

54. Kaliumeisencyanid, Gmelinsches-, rothes Blutlaugen-Salz (cyanetum ferrico-kalicum, 3feCy+3KCy). Bereitet

darch Durchlassen von Chlor in eine verdünnte Auflösung von gelbem Blutlaugensalze und wiederholtes Krystallisiren.

Versuche CLXIX und CLXXIII. Zwei Kaninchen und 3 Hunde erhielten 0,2 bis 0,5 Grammen, und 1 und 2 Grm. pro dosi in einer concentrirten Wasserlösung. Ich bemerkte (ausser Erbrechen an einem Hunde, der zwei Grm. pro Dosi erhalten hatte), keine üblen Folgen.

55. Kaliumplatincyanür (cyanetum platinoso-kalicum, PtCy + KCy + 3HO) Bereituug. Platinchlorür wurde in Cyankalium aufgelöst. Daraus krystallisirten lange, rhombische Prismen, von gelber, gegen das Tageslicht ins Bläuliche spielender Farbe, die in Wasser sehr leicht lössich waren.

Versuche CLXXIV bis CLXXVI. Zwei Hunden und einem Kaninchen wurden, den ersteren 0,5 und 0,7 Grm., dem letztern 0,5 Grm. in einer Wasserauflösung gegeben. Es folgten gar keine Merkmale von Krankheit.

56. Kaliumplatincyanid (sesqui-plato-cyanetum kalicum, Pt^2Cy^3 + 2KCy + 6HO). Bereitung. Durch Durchblasen von Chlor in eine Auflösung des vorigen Salzes wurden schöne, kupfrig glänzende, gegen das Licht ins Grüne spielende Prismen gewonnen, die sich in Wasser leicht und farblos löseten.

Versuche CLXXVII und CLXXVIII. Zwei Hunden wurde gegeben: dem einen 0,3, dem andern 0,5 Gram. dieses Salzes in einer concentrirten Auflösung. Ich bemerkte nichts, als Unruhe und Mangel an Appetit.

Versuch CLXXIX. Ein grosses Kaninchen bekam 0,5 Gram. — Die Wirkung, wie von Blausäure, zeigte sich nach 1/4 Minute. Tod nach 2 1/2 Minuten. Die Section nach 24 Stunden ergab: Lungen, Herz, Leber hyperämirt; im Magen durchaus kein Geruch von Blausäure; in demselben und im Gehirn nichts Besonderes.

Versuch CLXXX. Einem andern, gleichfalls grossen Kaninchen, gab ich 0,3 Grm.; Wirkung, wie im vorigen Versuche, Tod nach 1 1/2 Minuten. Bei der Section fanden sich, ausser den Erscheinungen des vorigen Versuches, noch ein Oedem der rechten Lunge und eine unbedeutende Hyperämie des Gehirns. Geruch von Blausäure war nirgends merklich.

Anmerkung. Wegen der geringen Quantität dieses Präparates, die ich zu Versuchen anwenden konnte, bin ich fürs Erste nicht

im Stande, positiv zu entscheiden: „ob nicht seine der Blausäure ähnliche Wirkung von dem Beisatz von Cyankalium abhängt, wie ich das in Bezug auf die doppelten Cyanverbindungen des Kobalts und Chroms bemerkte?“

Aus diesen CLXXX toxikologichen Versuchen lassen sich folgende Schlüsse und Anwendungen auf die gerichtliche Medizin und Sanitäts-Polizei ziehen.

1. Alle einfachen, in Wasser auflöslichen, zum Typus MCy gehörigen Cyanverbindungen, sind mit der grössten Vorsicht zu verschreiben, da ihre Wirkung auf den Organismus derjenigen der Blausäure sehr nahe kommt.

2. Von den nichtlöslichen, einfachen Verbindungen müssen: Cyan-Zink, -Blei, -Kupfer, -Silber ebenfalls mit der grössten Vorsicht verordnet werden, denn Versuche haben erwiesen, dass sie sämmtlich das Element der Blausäure in sieh erhalten, und diese, unter im Organismus vorkommenden Bedingungen, aus denselben ausscheidet.

3. Die löslichen Doppelcyanverbindungen, welche keine Säuren bilden, wirken ähnlich den einfachen löslichen, und sind derselben Beschränkung der Dosis zu unterwerfen.

4. Die unlöslichen Doppelverbindungen derselben Kategorie besitzen, obschon sie schwächer, als die löslicben wirken, doch in einem gewissen Grade die Eigenschaften der Blausäure; folglich erstreckt sich die Regel der Begränzung der Dosen auch auf diese.

5 Von den Doppelverbindungen, die in Wasser löslich sind und energische Säuren bilden, welche die kohlensauren Alkalien zersetzen, können nur die Eisencyaniden und die Eisen- und Platincyanüren in grossen Dosen verschrieben werden. Die Kobalt- und Chromcyaniden aber ergeben sich — wenigstens in der Gestalt, in welcher sie nach der von uns beschriebenen Methode gewonnen werden, wobei sie mit Wasser angefeuchtet, Blausäuregeruch geben — als giftig, ähnlich den löslichen einfachen Verbindungen, was leicht erklärlich ist, denn sie enthalten eine Quantität freien Cyankaliums.

6. Alle unlöslichen, zur Säurengruppe der Blausäure gehörigen Doppelverbindungen, erzeugen keine der Blausäure ähnliche Wirkung und deshalb muss die Verbindung derselben solchen Beschränkungen nicht unterworfen werden, als die Verordnung der einfachen und doppelten löslichen Verbindungen der Nitrylgruppe.

7. Die einmalige Dosis der einfachen und doppelten löslichen Cyanverbindungen der 1. Gruppe darf nicht $^1/_{16}$ Gran und die Do-

sis der unlöslichen nicht $^1/_8$ Gran übersteigen. Von den Doppelverbindungen der 2. Gruppe werden in der Medizin nur die Eisencyanüren gebraucht; die Dosen derselben, sowohl der löslichen, als der unlöslichen Salze, können ohne Schaden bis zu 8 Gran und höher steigen.

9. Es gibt keine Gegengifte gegen die Cyanverbindungen; daher muss man sich hier mit einer, den allgemeinen und besondern Indicationen angemessenen, Cur begnügen. Und auch von diesen wird sich, bei der ungewöhnlich schnellen Wirkung des Giftes, kaum grosser Nutzen erwarten lassen.

10. Die Cyanverbindungen werden im Körper am besten durch Reaction des salpetersauren Silberoxyds, nach der Heisch'schen Methode entdeckt. Aber nicht immer, sogar wenn Blausäuregeruch vorhanden ist, kann man auf diese Art eine genügende Quantität Cyansilbers, welche als corpus delicti zu einer weitern Untersuchung führen könnte, auffinden. Die unlöslichen einfachen Cyanverbindungen lassen sich leichter, als die auflöslichen entdecken, besonders in den Fällen, in welchen die Thiere ohne Erbrechen und bald nach Einnahme des Giftes sterben. — Am besten wird die zu untersuchende Substanz in zwei Theile getheilt; in dem einen sucht man die Blausäure nach der Heisch'schen Methode, in dem andern das mit ihr verbundene Metall, nach der bei Aufsuchung von metallischen Giften üblichen Methode, indem man die Cyanverbindung durch Salpeter- oder Chlorwasserstoff-Säure vernichtet und darauf mit Schwefelwasserstoff, Schwefelammonium und anderen Reagentien, weiter untersucht.

IV.

KURZE BEMERKUNGEN

über die Wirkung einiger anderen Cyanverbindungen.

Nitryle. — Blausaures Strychnin. — Schwefelcyankalium.

Eine physiologisch-toxikologische Analyse der verschiedenen Cyanverbindungen mit organischen Körpern, sowie anderer zur Cyan-Gruppe gehöriger Verbindungen, würde mich ohne Zweifel zu weit führen und ich würde auf diese Weise das Ziel, welches ich mir für jetzt gesteckt, um vieles überschreiten. Man könnte mir ohnehin schon, und vielleicht nicht ohne Grund, den Vorwurf machen, dass einige der im voranstehenden Artikel angeführten Versuche, mehr ein Interesse für den Chemiker, als für den Toxikologen und noch weniger Interesse für den praktischen Arzt haben. Ohne mich jedoch über die Zulässigkeit solcher Einwürfe weitläufiger auszusprechen, glaube ich bemerken zu müssen, dass eine jede Arbeit beim gegenwärtigen Stande der Wissenschaft nicht nach dem unmittelbaren Interesse und der praktischen Nützlichkeit, die sie für den Augenblick gewährt, sondern je nachdem sie auf Thatsachen und richtige Analysen, oder aber auf beliebige Hypothesen basirt ist, zu beurtheilen sei. Manche durch abstrakte Forschungen schon lange festgestellte Grundsätze finden oft ihre praktische Anwendung und gehörige Würdigung erst weit später, als die Wissenschaft deren Richtigkeit anerkannt hat.

In der folgenden kurzen Zusammenstellung meiner Versuche über die Wirkungen anderer Cyanverbindungen, werde ich für jetzt nur von der Wirkung einiger Nitryle sprechen, deren Wirksamkeit auf den thierischen Organismus, so wie die des blausauren Strychnin und des Schwefelcyankaliums der Gegenstand meinen Versuche waren, und behalte mir für die Zukunft die Analyse anderer Cyanverbindungen, deren Wirkung bis jetzt noch wenig bekannt ist, vor.

I.

Von den Nitrylen habe ich das Acetonitryl, das Propionitryl das Valeronitryl, das Capronitryl und das Benzonitryl untersucht. Die verschiedenen giftigen Wirkungen einiger dieser Nitryle, wie des Propionitryls, des Acetonitryls etc., wurden schon früher von einigen Physiologen und Chemikern erkannt; — immerhin blieben jedoch die genaueren Beziehungen, die zwischen diesen verschiedenen Verbindungen herrschen, noch räthselhaft. Man könnte ohne Zweifel schon a prieri schliessen, dass die Analogie ihrer Zusammensetzung, ihre Stellung unter den Cyan-Aethern, ihnen nothwendigerweise eine gleiche Wirkung auf den thierischen Organismus mittheilen müsste, d. h. eine der Blausäure ähnliche, als erstem Homologe (Formonitryl) in dieser Reihe. Die genauere Untersuchung dieser Körper hat jedoch sehr bald dargethan, dass, ungeachtet ihrer Zusammensetzung und ihrer rationellen Formeln, dennoch eine unzweifelhafte Verschiedenheit in der Gruppirung ihrer Molekeln herrsche, und dass sie daher eine verschiedene Wirkung auf den Organismus hervorbringen mussten. Hier wie im vorausgehenden Artikel sehen wir, dass, so wie manche Metalle, indem sie den Wasserstoff in der Blausäure ersetzen, sie zuweilen den Nitryl-Typus merklich verändern, indem sie ihn manchmal in den Säure-Typus umwandeln. Dieselbe Modification in der Gruppirung der Molekeln kann entstehen, je nachdem der Wasserstoff in demselben Nitryl-Typus durch die organischen Gruppen, mobile Kohlenwasserstoff-Radikale (der Formel $C^n H^{n+1}$ und anderer) ersetzt wird. Die Methyl-Gruppe ($C^2 H^3$) z. B. und die Phenyl-Gruppe ($C^{12} H^5$) haben in dieser Beziehung andere Eigenthümlichkeiten, als die Aethyl- ($C^4 H^5$), die Butyl- ($C^8 H^9$), die Amyl-Gruppe ($C^{10} H^{11}$) etc.; insbesondere bieten das Acetonitryl und das Benzonitryl, wenn man sie als die den beiden ersten Gruppen entsprechenden Cyanaether betrachtet, einen andern Gleichgewichtsgrad der Nebeneinanderlagerung in ihrer Molekular-Aggregation dar; oder findet sich vielleicht in diesen Körpern die Kohlenwasserstoff-Gruppe in innigerer Verbindung mit den Elementen des Cyans, indem sich ihre Molekeln auf eine andere Weise aneinanderreihen. Dies beim heutigen Stande der Wissenschaft zu entscheiden, dürfte sehr schwer sein. Es ist jedoch sicher, dass ihre Wirkungen auf den thierischen Organismus sehr von denen der weiter oben genannten Nitryle verschieden sind; das heisst, obgleich ich gefunden, dass alle diese Verbindungen ohne Ausnahme giftig sind, so musste ich doch sehr

viel bedeutendere Dosen der beiden ersteren anwenden, wenn ich eine Intotoxication hervorbringen wollte; eine Intotoxication, die sich in ihren Symptomen jedoch mehr der der Kohlenwasserstoffverbindungen oder der verschiedener einfacher und zusammengesetzter Aether näherte.

Der Güte meines geschätzten Freundes, des Herrn Professors Laskowsky in Moskau, verdanke ich es, dass es mir möglich war, eine Reihe von Versuchen mit dem Acetonitryl und Valeronitryl anzustellen; die betreffenden Präparate wurden von diesem tüchtigen Chemiker für mich dargestellt und es wohnte derselbe auch den damit angestellten Versuchen bei. Das Acetonitryl wurde aus dem Acetamide und der wasserfreien Phosphorsäure, durch Destillation und Reinigung mit Bittererde und dem rothen Quecksiberoxyde dargestellt; das Valeronitryl, — durch den analogen Prozess aus dem Valeramide und derselben wasserfreien Phosphorsäure. Das Propionitryl und Capronitryl bereitete ich mir selbst nach den bekannten Vorschriften, indem ich Cyankalium auf Aethylschwefelsaures — und Amylschwefelsaures Kali einwirken liess; das reine Benzonitryl endlich wurde mir zu wiederholten Malen durch unsere bekannten Chemiker Zinin und Engelhardt bereitet.

Die Ergebnisse der Versuche, die ich mit diesen Verbindungen, von denen ich schon oben gesprochen, angestellt, lassen sich in ihren Resultaten in Folgendem zusammenfassen:

1) Das Propionitryl und Capronitryl nähern sich am meisten in ihren Wirkungen der Cyanwasserstoffsäure. Hunde, Katzen und Kaninchen, welche zu diesen Versuchen verwendet wurden, starben gewöhnlich nach einer Dose von einigen Tropfen unter den charakteristischen Symptomen einer Blausäurevergiftung. Die Section ergab auch dieselben Befunde, und ich erachte es daher nicht für nöthig, sie hier nochmals zu wiederholen.

2) Das Valeronitryl, obgleich schon nicht mehr so energisch, als die vorausgehenden Verbindungen, gehört immer noch zu den heftig wirkenden Giften; es nähert sich jedoch in seiner Wirkung schon weniger der Blausäure, und vermittelt in dieser Beziehung den Uebergang der beiden ersteren Verbindungen zum Aceto- und Benzonitryle, vorausgesetzt, dass man nach drei an Kaninchen und einem an einem Hunde angestellten Versuche berechtigt ist, über die Wirkung dieser Verbindung auf den Organismus ein sicheres Urtheil abzugeben.

3) Das Acetonitryl in Dosen von 2 bis 3 Tropfen, Kaninchen und Hunden gegeben, wird von diesen, insbesondere von den letzteren, vollkommen gut und ohne irgend eine schädliche Einwirkung auf deren Allgemeinbefinden ertragen. Dosen von 5 bis 10 Tropfen bringen ebenfalls noch keine hinlänglich markirten Symptome hervor, wogegen Dosen von 1 Gram. und mehr, bei einem Kaninchen Convulsionen, und bei einem anderen sogar tetanische Convulsionen, die von grosser Ermattung und nach einigen Minuten vom Tode gefolgt waren, hervorbrachten. Die Section zeigte den rechten Ventrikel und Vorhof von schwarzem flüssigen Blut überfüllt; die Lungen und Leber ebenfalls von Blut strotzend; im Gehirne und Rückenmarke nichts Bemerkenswerthes; im Magen und Blute ein schwacher Geruch nach Acetonitryl.

4) Benzonitryl in denselben Dosen, wie das Acetonitryl, d. h. zwei bis zehn Tropfen pro Dosi, gegeben, bewirkte eben so wenig Vergiftungssymptome, als dieses; steigerten wir jedoch die Dosen bis zu einem oder 1,5 Gram., wie wir es in zwei Versuchen an Kaninchen und zwei andern an Katzen thaten, so rief es mehr oder weniger starke Wirkungen hervor, die aber denen der anesthesirenden Flüssigkeiten, wie der des Aethers, des Chloroforms, des Nitrobenzins u. s. w. gleichen. Eine Katze starb daran am dritten Tage. Bei der Section fanden wir ausser von mit flüssigem Blute überfülltem Herzen, Lungen und Leber, einen sehr stark bemerklichen Geruch von Benzonitryl im Magen, dem Blute des Herzens und der Lungen, sowie auch im Gehirne.

II.

Die Verbindung der Cyanwasserstoffsäure mit dem Strychnin (das blausaure Strychnin) ist darum sehr bemerkenswerth, weil in dieser Verbindung die Wirkung des Strychnins ganz in den Vordergrund tritt, gerade als ob es sich um ein anderes Salz dieser Base handele, in welchem diese mit einer für die toxikologische Wirkung des Salzes vollkommen gleichgültigen Säure verbunden wäre. Es tritt darin, mit einem Worte, die Wirkung der Cyanwasserstoffsäure vollkommen zurück. Diese Thatsache war schon Coullon, bald nach der Entdeckung des Strychnins durch Pelletier und Caventou im Jahre 1819, bekannt und wurde bald nachher durch die Versuche Magendie's bestätigt. Ich habe dieses Salz einer wiederholten Untersuchung unterworfen, um sicher zu stellen, ob man in

der That annehmen dürfe, dass eine Säure von so heroischer Wirkung, wie die Blausäure, in irgend einer ihrer Verbindungen, ihren toxikologischen Eigenschaften nach gänzlich verschwinden könne. Meine Versuche an Hunden und Kaninchen, denen dieses Salz in kleineren und grösseren Dosen gegeben wurde, ergaben immer dieselben Resultate. Unterbrochene tetanische Convulsionen, die bei jeder leichten Reizung wiederkehrten (Reflexbewegungen), mit den charakteristischen Symptomen gehemmter Respiration u. s. w., liessen in keiner Weise die Gegenwart von Cyanwasserstoffsäure im Körper erkennen. Wahrscheinlich treten hier die Symptome des Strychnins allein hervor, da nicht eine einzige der charakteristischen Wirkungen der Blausäure zu erkennen war. Wollte man aber den Einwurf machen, dass auch die Cyanwasserstoffsäure Tetanus hervorbringe, so kann man sich sehr leicht überzeugen, dass dieser Tetanus vollkommen anderer Art, gewöhnlich von sehr kurzer Dauer und ohne Reflexbewegungen verläuft. Ueberdiess kennt man nach den schönen Versuchen von Stannius,*) die ganz kürzlich durch ähnliche von Kölliker**) bestätigt wurden, dass durch Strychnin vergiftete Frösche sehr bald ihre tetanischen Reflexbewegungen verlieren, wenn man einen Fuss derselben in verdünnte Cyanwasserstoffsäure taucht. — Glaubt man daher in meinen Versuchen mit blausaurem Strychnin irgend ein Symptom zu finden, dass man der Cyanwasserstoffsäure zuschreiben müsste, so irrt man darin. Ueberdiess habe auch ich noch auf eine andere Weise Versuche angestellt und zwar habe ich mit Strychnin vergifteten Hunden, nach dem Eintritte des Starrkrampfes, einige Tropfen Blausäure gegeben. In diesen, wie in den vorausgenannten Versuchen, konnte ich durchaus keine merkliche Veränderung in dem Gange der Strychnin-Vergiftung bemerken***). Wie aber dann, wenn man fragt, wie dieses sonderbare Phänomen, diese ausschliessliche Wirkung der Base in einem durch Cyanwasserstoffsäure gebildeten Salze zu erklären sei?

---

*) Müller's Archiv. Jahrgang 1852 pag. 92.

**) Physiologische Untersuchungen über die Wirkung einiger Gifte. Berlin 1856 pag. 124, (Virchow's Archiv X. Bd. 1856), von A. Kölliker.

***) Bei den Versuchen, die Stannius mit Blausäure und Strychnin an Fröschen angestellt, hat er gesehen, dass Blausäure in ziemlich grosser Menge und zuweilen etwas mehr, als Strychnin gegeben, unter acht solchen Fällen, nur ein einzigesmal die dem Strychnin eigenthümlichen tetanischen Convulsionen ausblieben, in den andern dieselben höchstens durch Blausäure Einwirkung modificirt erschienen.

Wir haben bis jetzt gesehen, dass in fast allen Cyanverbindungen mit Metallen vorausgesetzt, dass dieselben löslich waren, oder im Organismus durch Freiwerden der Blausäure lösliche Verbindungen eingingen und dem Nitryltypus angehörten, die Wirkung der Cyanwasserstoffsäure die vorherrschende war; andererseits darf man aber nicht vergessen, dass das Strychnin in allen seinen Verbindungen mit Säuren (als Salze dieser Base) immer und mit viel grösserer Energie wirkt, je löslicher die daraus gebildeten Salze sind. Es verhält sich alsdann das Strychnin, wie die Basen der schweren Metalle, die, was ihre Wirkung auf den thierischen Organismus anbetrifft, in welcher Verbindung sie auch vorkommen mögen, vorausgesetzt, dass sie selber löslich oder lösliche Verbindungen im Organismus eingehen können, immer analoge bleiben. Ausgenommen hiervon sind allerdings jene Verbindungen von vorherrschender Wirkung der Säure, wie wir dies bei den Cyanmetallen z. B. gesehen; doch selbst in diesem letzteren Falle wird sich die chronische Intoxication durch kleine Dosen immer durch die den betreffenden Metallen zukommenden Symptome charakterisiren. Es ist daher offenbar, da die Molekular-Aggregation der Elemente des Strychnins in den Salzen desselben keine Veränderung erleidet, und die Gegenwart der Cyanwasserstoffsäure in dem blausauren Strychnin, so zu sagen, durch die Gegenwart einer andern Verbindung desselben Typus (Ammoniak) gedeckt wird, — dass das Strychnin in energischeren Beziehungen zum lebenden Organismus steht, mit dem es gerade in Berührung kommt. Es ist dies also eine Frage über die physiologische Wirkung der Gifte auf die elementaren Gewebe des lebenden Körpers, Frage — die wir mit den einfachen Gesetzen der chemischen Affinität, welche wir bis jetzt kennen, zu lösen nicht im Stande sind. Vielleicht ist es der Zukunft vorbehalten eine bessere Erklärung für diese Thatsachen zu finden, als wir sie bis jetzt zu geben im Stande sind?

III.

Das Schwefelcyankalium ist durch Taylor, Mayer u. A. schon lange als ziemlich stark wirkendes narkotisches Gift bekannt, während Beobachter wie Soemmering und Westrumb seine giftigen Wirkungen auf den thierischen Organismus zu läugnen suchten, und noch Andere angaben, dass es wohl nur durch die im Körper daraus freiwerdende Blausäure wirke. Ganz kürzlich hat Cl. Bernard dieses Salz zu neuen Versuchen verwendet, bei denen er hauptsäch-

lich dessen Wirkung auf die Herzthätigkeit und Muskelerritiabilität des Frosches prüfen wollte, und es fiel ihm in dieser Beziehung zuerst der Gegensatz, der zwischen der Wirkung desselben und derjenigen des Curare besteht, auf. In seinem letzten Werke: „Leçons sur les effets des substances toxiques etc." (pag. 354, Paris 1857) führt er seine Versuche mit diesem Gifte an, und glaubt, dass er seine giftigen Wirkungen nur vom Zellgewebe aus, oder direkt ins Blut gebracht, ausübe, während er seine giftigen Einwirkungen vom Magendarmkanale aus nicht gesehen haben will. Diese contradictorischen Resultate, verschieden wie sie sind von denjenigen anderer gewissenhafter Beobachter, bestimmten mich, diesen Gegenstand noch weiter zu verfolgen und durch directe Versuche an Thieren die wahren Wirkungen dieses Salzes auf den Organismus zu ergründen.

Während meines Aufenthaltes im Herbste letzten Jahres (1857) in Paris, habe ich gemeinschaftlich mit Herrn Martin-Magron einige Versuche gemacht, deren Zweck es war, Bernard's Beobachtungen über dieses Salz mit der Wirkung des Upas antiar zu vergleichen, deren Resultate ich der Société de biologie am 21. November 1857 vorgelegt habe. Seit der Zeit habe ich meine Versuche über das Schwefelcyankalium fortgesetzt, und bin dadurch zu nachstehenden Schlussfolgerungen geführt worden:

1) Das Schwefelcyankalium wirkt bei Fröschen sehr entschieden, sowohl innerlich gegeben, als unter das Zellgewebe gebracht. Im ersteren Falle müssen die Dosen viel beträchtlichere sein, — eine Eigenschaft, die es mit allen narkotischen Giften gemein hat.

2) Seine Wirkung auf die Frösche manifestirt sich in tetanischen Bewegungen, die manchmal (besonders wenn die angewandten Dosen hinlänglich stark waren) zu einer Art von Katalepsie der Extremitäten wurden. Allgemeine Regel: je concentrirter die Lösungen und je grösser die Gaben derselben sind, um so stärker erscheinen die tetanischen und kataleptischen Symptome, und sind diese lokal angewendet augenscheinlicher, als bei der innerlichen Anwendung derselben.

3) Die Paralyse des Herzens erfolgt nicht immer so rasch nach der Eingabe dieses Giftes, wie Kölliker und ich, bei Upas antiar — und Extractum Tanghiniae veneniferae — Vergiftungen gesehen. In einigen Fällen sieht man selbst, ehe der Herzschlag aufhört, die Re-

flexbewegungen schon verschwinden. Ausserdem sind Ventrikel und Vorkammern immer mit Blut überfüllt und ausgedehnt, was, wie wir bei Upas antiar und Extractum Tanghiniae veneniferae Vergiftungen gesehen, nicht der Fall war. Ist jedoch das Gift durch Imbibition zu dem Herzen gelangt, so manifestirt sich dessen Wirkung auf dieses Organ und der Herzschlag hört bald auf.

4) Nach dem Verschwinden der willkührlichen und Reflexbewegungen verlieren die Nerven und Muskeln ihre Irritabilität für den electrischen Strom, und erstarren bald ganz und gar. Die letztere Erscheinung bemerkte ich auch an drei Kaninchen, denen ich innerlich das Schwefelcyankalium zu Dosen von 1 bis 1,2 Gram., in 4 Gram. Wasser gelöst, gab.

5) Unterbindet man ein ganzes Glied eines Frosches mit Ausschluss des Nerven oder die Gefässe desselben, und setzt alsdann das Thier der Einwirkung des Schwefelcyankaliums aus, so bemerkt man eine schwächere Wirkung auf dieses Glied; durchschneidet man aber blos einen Ischiadicus, so wird dadurch die Wirkung des Giftes nicht verringert, — ein Beweis, dass dieses primär auf die Muskelfaser einwirkt und die Wirkung nicht erst durch das Nervencentralorgan vermittelt wird. Zerstört man die Medulla oblongata und spinalis eines Frosches, so bemerkt man eben so, wie bei Upas antiar und anderen auf Herz — und Muskelthätigkeit einwirkenden Stoffen, dass die Reizbarkeit der willkürlichen Muskeln noch lange fortbesteht, was jedoch nicht einzig durch den Mangel tetanischer Krämpfe in dem Muskel, nach Zerstörung dieser Organe, erklärt werden kann, sondern weil dadurch bedeutende Störungen in der Circulationsthätigkeit hervorgebracht und die Thiere eine grosse Menge Blutes verlieren, wodurch schon der Träger des Giftes zu den betreffenden Organen quantitativ sehr verringert wird.

6) Die Muskelreizbarkeit verschwindet auch sehr bald in dem Falle, wo der Gastrocnemius eines Frosches in eine mit etwas Schwefelcyankalium versetzte Kochsalzlösung, zusammen einer $1/2$-procentigen reinen Kochsalzlösung entsprechend, getaucht wurde. Eine $1/2$-bis 1-procentige Kochsalzlösung fand aber Kölliker als gerade am geeignetsten die Nervenirritabilität zu erhalten. Nach Schwefelcyankaliumlösung verschwundene Muskelreizbarkeit, erscheint jedoch wieder, wenn man derart vergiftete Muskeln in eine $1/2$ bis 1%-ige Kochsalzlösung bringt. Dasselbe findet statt, wenn man ein Glied eines mit Schwefelcyankalium vergifteten Frosches, bei einer ziemlich niedrigen Temperatur (+5°,+6°R), in eine solche Lösung taucht. Eine Wirkung

auf das Herz ist auch zu erkennen, jedoch gelingt die Wiederherstellung seiner Irritabilität nicht leicht.

6) Schwache Dosen von Schwefelcyankalium, von 0,1 bis 0,5 Gram. Kaninchen innerlich gegeben, bewirken bei diesen keine sehr erheblichen Symptome. Manchmal tritt bei ihnen vorübergehend Schwäche der Bewegungen ein, hauptsächlich dann, wenn sie das Gift nicht bei leerem Magen erhielten. Diese Schwäche verschwindet jedoch bald und die Thiere erholen sich vollständig. Dieser Umstand, und um so mehr noch als z. B. Dosen von 1 Gram. tetanische Convulsionen und alle anderen Symptome hervorbringen, welche ich weiter oben als dem Schwefelcyankalium zukommend beschrieben habe, stellen diese Substanz in die Reihe derjenigen organischen Gifte, die ihre hauptsächlichste Wirkung auf das Rückenmark, vorzüglich aber auf die Muskelfaser ausüben, vorausgesetzt, dass man es in hinlänglich starken Dosen gibt. Was aber die besondere Wirkung dieses Giftes nur in grösseren Gaben anbetrifft, so kann man es in dieser Beziehung der Oxalsäure und denjenigen Salzen derselben anreihen, die von Christison und Coindet so gründlich untersucht, und deren Ansichten meine zahlreichen Versuche nur bestätigen konnten, mit dem Unterschiede jedoch, dass ich immer auch dann noch die specifische Wirkung dieser Säure auf das Nervensystem gesehen habe, wenn sie sogar sehr concentrirt gegeben wurde.

V.

Toxikologisches über das Nitroglycerin

(Glonoin)

und andere Knallkörper.*)

Entdeckung des Nitroglycerin. — Das Glonoin der Homöopathen. — Anfängliche Versuche und ihre widersprechenden Resultate. — Toxikologische Untersuchungen des Verfassers. — Analogie des Nitroglycerin mit anderen Knallkörpern. — Beweise von der Giftigkeit des Nitroglycerin und sein Verhältniss zur 3. Klasse des toxikologischen Systems des Verfassers. — Résumé.

Bald nach Entdeckung der Schiessbaumwolle (Fulmicoton, Pyroxylin) bemerkte Sobrero (im Jahre 1847),**) dass das Glycerin, wenn man eine Mischung von Schwefel- und Salpetersäure auf dasselbe wirken lässt, eine ähnliche Verbindung eingehe, wie dies Baumwolle unter denselben Verhältnissen thut. Er erhielt, indem er Glycerin mit Schwefel-Salpetersäure behandelte eine ölartige Flüssigkeit, welche, schwerer als Wasser, in demselben sich nur sehr wenig, in Alkohol und Aether dagegen leicht auflöste. Diese Flüssigkeit, von süsslichem Geschmacke, in der geringsten Quantität auf die Zunge gebracht, wirkte sehr stark: sie verursachte unerträgliche Kopfschmerzen. Sobrero fand in der Folge, dass diese Flüssigkeit einem Hunde in der Quantität von 0,02 oder 0,03 Gram. eingegeben, denselben auf der Stelle tödtete.***) Williamson†) analysirte die Flüssigkeit und fand, dass im Glycerin 3 Aeq. Wasserstoff durch 3 Aeq. NO^4 ersetzt sind, so dass man aus

---

*) Aus der medizinischen Zeitung Russlands, 1855.

**) Comptes rendus, 1847, 24, 247.

***) Journ. de chimie méd. 1850. 3. sér, T. VI, p. 379.

†) Proceedings of the Royal Society, T. VII, p. 134, Juny 1854, und Chem. Gaz. 1854, p. 340.

$C^6 H^8 O^6$ und $3 NO^5$:

Clycerin 3 Aeq. Salpetersäure

$C^6 H^5 (NO^4)^3 O^6 + 3 HO$

erhält. Desshalb heisst auch der neuerhaltene Körper Nitroglycerin, oder richtiger Trininitroglycerin. C. Hering*), ein bekannter Homöopath in Philadelphia, schlug die Benennung Glonoin vor, weil dasselbe durch die Verbindung des Glycerin mit der Salpetersäure entsteht. Da aber Liebig das Glycerin als Hydroxyd eines besonderen Radikals, Glyceril ($C^6 H^7$) betrachtet, so bildete man aus den Anfangsbuchstaben seiner Bestandtheile: Glyceril, Oxyd, Nitrogen Oxygen, mit Anhängung der Endung inum oder in, die Benennung Glonoinum oder Glonoin, welche die Homöopathen in den Gebrauch eingeführt haben. C. Hering führt in seiner obenerwähnten Abhandlung 119 mit diesem, besonders in sehr kleinen Dosen gebrauchten, Körper angestellte Versuche (in den Jahren 1846—1851 incl.) an. Viele Homöopathen versuchten auch die Wirkung dieses Mittels an sich selbst; in Amerika wurden 4 Versuche an Thieren (3 an Katzen und 1 an einem Frosche) gemacht. Aus der Beschreibung dieser Versuche sieht man, dass 3½ Tropfen Glonoin in dem einen, und 20 Tropfen in dem andern Versuche, welche Katzen, und 11 Tropfen, welche einem Frosche gegeben wurden, den Tod, von Convulsionen und Tetanus begleitet, zu Folge hatten, während 5 Tropfen einem grossen Kater eingegeben, nur eine vorübergehende Störung seines Gesundheitszustandes, von welcher er sich bald erholte, bewirkten. Menschen, welche Glonoïn innerlich nahmen, waren verschiedenen Anfällen unterworfen, besonders Kopfschmerzen, Schwere, Druck, Hitze, verstärkter Pulsation der Schläfeaterien, mit einem Worte den sogenannten Kopfanfällen, welche auf unregelmässigen Blutumlauf in den Gehirngefässen deuten.

Diese Anfälle dauerten von einigen Minuten bis zu 17 Stunden und länger, wiederholten sich auch bisweilen nach längeren oder kürzeren Unterbrechungen. Einige, welche sich mit der Bereitung des Glonoin beschäftigten, bekamen vom blossen Einathmen desselben (vielleicht auch anderer bei der Einwirkung der Salpetersäure auf das Glycerin ausscheidender Nebenprodukte) starke Kopfschmerzen.

---

*) Amerik. Arzneiprüfungen und Vorarbeiten zur Arzneimittellehre als Naturwissenschaft, von Constantin Hering, 1853, 1. und 2. Heft.

Ich übergehe die therapeutische Wirkung dieses Agens, welche eigentlich auch nicht der Zweck meiner Untersuchung*) ist, und gehe auf die toxikologischen Versuche über.

Ausser den oben erwähnten in Amerika angestellten 4 Versuchen,**) aus welchen man noch nicht mit Bestimmtheit auf den Giftigkeitsgrad des Nitroglycerin schliessen kann, besonders da wir unter ihnen einen augenscheinlichen Widerspruch in Bezug auf die Quantität Glonoins, welche hinreichend ist, Symptome der Vergiftung hervorzurufen, bemerken, muss ich noch den Versuch de Vry's ***) erwähnen. Sich mit der Untersuchung der Bereitungsarten des Nitroglycerin beschäftigend, wollte de Vry die Wahrheit der oben angeführten Beobachtung Sobrero's ermitteln, und bemerkte, dass Nitroglycerin wirklich die Eigenschaft hat, in den kleinsten Dosen Kopfschmerzen zu verursachen; zugleich überzeugte er sich auch, dass dieser Körper kein starkes Gift sei; denn 10 Tropfen einem Kaninchen gegeben, verursachten keine, eine Vergiftung charakterisirende Symptome.

Wie soll man nun solche Widersprüche in den Resultaten der Versuche verschiedener Experimentatoren vereinigen? Als Antwort auf diese Frage führe ich das bekannte Gesetz an, welches eine nothwendige Bedingung für die Richtigkeit jeder Folgerung aus einem physiologischen Versuche ausgemacht: es muss nämlich die Anzahl derselben so gross, wie möglich (um eine richtige Folgerung begründet auf die Wahrscheinlichkeitstheorie, zu erhalten) sein, und alle Umstände, unter welchen Versuche angestellt werden, müssen genau erwogen werden. Aus diesem Grunde ist die Folgerung von Sobrero eben so oberflächlich, wie die von de Vry; aus den amerikanischen Versuchen jedoch kann man keine Folgerung, in welcher Dosis das Glonoin giftig wirke, ziehen, weil die Anzahl derselben zu gering ist; die Beobachtungen der amerikanischen Aerzte über die Wirkung desselben auf den Menschen gehören gar nicht hierher.

Von der einen Seite die mangelhafte Untersuchung des Nitroglycerin, von der andern die mögliche Gefahr, welche aus dem vor-

---

*) Einiges über diesen Punkt kann man in der erwähnten Abhandlung von C. Hering finden

**) Die Versuche wurden durch die HH. DDr. M. W. Davis, D. Jackson, A. Lippe und C. Hering angestellt.

***) Tydschrift voor wetensch. pharm. und Journal de médecine, de chirurgie et de pharmacologie, publié par la Société des sciences médicales et naturelles à Bruxelles. Juillet 1855.

eiligen Gebrauche desselben als Heilmittel *) entstehen könnte, erwägend, unternahm ich mit demselben noch im December vorigen Jahres an Thieren eine Reihe Versuche, um die Toxicologie dieses Körpers genauer zu bestimmen. Bei der Beschreibung dieser Arbeit werde ich meinem schon früher beobachteten Plane für toxikologische Untersuchungen treu bleiben. d. h,, nachdem ich eine Beschreibung der Bereitung und der Eigenschaften des zu untersuchenden Körpers und seiner chemischen Metamorphosen vorangeschickt, werde ich mich bemühen, die Abhängkeit seiner Wirkung auf den lebenden Organismus von seiner chemischen Natur darzuthun. Versuche werden zeigen, ob dieses Verhältniss gegründet ist. Das ist der Grund, warum ich auf die zu einem solchen Zwecke angestellten Versuche, wie auf eine factische Auslegung toxikologischer Grundgesetze, oder wie auf eine bestätigende Analyse einer toxikologo-chemischen Reaction sehe.

Bereitung und Eigenschaften. Ich werde hier nur die Bereitungsart, durch welche dasjenige Nitroglycerin, welches ich zu meinen Versuchen anwandte, erhalten wurde, beschreiben. Ich erhielt dasselbe von Hrn. Apotheker F. Liebig, welcher sich gegenwärtig gleichfalls mit der Untersuchung der Bestandtheile und der Zersetzungsproducte des Nitroglycerin beschäftigt. Man kühlt eine Mischung von 2 Th. Salpeter- (1,5) und 4 Th. Schwefelsäure (1,8) in einer Kältemischung von Eis mit Salz bis — 8° C. ab, und fügt einen Theil Glycerin (1,2) in kleinen Quantitäten (zu je einer halben Drachme) hinzu, aber so, dass man die Temperatur nicht höher als + 3° C. steigen lässt. Wenn alles Glycerin hinzugefügt ist, giesst man die ganze Mischung so, dass sie im Fliessen einen dünnen Strahl bildet, in Wasser mit Eis, wobei das Glycerin sich am Boden des Gefässes ansammelt. Das über dem Nitroglycerin befindliche Wasser wird abgegossen und das Nitroglycerin einige Male mit einer schwachen wässerigen Lösung von kohlensaurem Natron und darauf mit destillirtem Wasser gewaschen, um es von den darin enthaltenen Säuren zu befreien. Das Nitroglycerin erhält man als eiue farblose, durchsichtige, schwere Flüssigkeit. Sein specifisches Gewicht bei 15° C. ist 1,28. Durch Wasser zersetzt es sich nicht; 1 Th. desselben löst sich in 180 Th. Wasser. In Alkohol löst es sich leicht (fast in 6 Th.), noch leichter in Aether. Auf seiner Oberfläche setzt sich, als Folge der Zersetzung (wie Einige es beschreiben), kein Häutchen ab. In einem verschlossenen Gefässe bei einer Temperatur von nahe an 200° C. erhitzt, zersetzt es sich stark explodirend, wie

*) Die Homöopathen verschreiben es schon in ihrer Praxis.

Knallquecksilber. Das Nitroglycerin hat einen schwach aromatisch-süsslichen Geschmack; in der geringsten Quantität auf die Zunge gelegt, verursacht es starke Kopfschmerzen, die einige Stunden anhalten. Schon bei längerer Beschäftigung mit demselben (von der höchst geringen Verdunstung) erzeugen sich gleichfalls Kopfschmerzen. Diese Erscheinung bemerkte ich vielfältig sowohl an mir selbst, als auch an meinen bei den Versuchen gegenwärtigen Collegen und Zuhörern.

Um die Wirkungsart des Nitroglycerins auf die thierische Oeconomie genauer zu ermitteln, ist es erforderlich, den Platz, welchen dasselbe in der Reihe der Gifte einnimmt, zu bestimmen. Welch ein Körper ist aber das Nitroglycerin und zu welcher Kategorie gehört es? Diese Erage können wir nur aus der Analogie oder Annäherung seines chemischen Charakters mit der anderer Körper beantworten.

In einer meiner früheren, den allgemeinen toxikologischen Principien gewidmeten Abhandlung*), wurde schon von dem höchst wichtigen chemischen Gesetze gesprochen, dass man in allen Körpern eine gewisse Vertheilung oder Anordnung der Atome zulassen muss, und, obwohl es nicht möglich ist, diese Anordnung genau zu erkennen, dennoch vermuthet werden darf, dass die Atomengruppirung in einem Körper der Atomengruppirung in einem anderen Körper gleich sein müsse. Als Beweis für die Richtigkeit dieses Gesetzes führte ich unter anderem folgende Worte Laurent's an: „Wenn man Salpeter mit Zucker mengt und diese Mischung ohne Zutritt der atmosphärischen Luft erhitzt, so erfolgt eine heftige Verbrennung, welche, wie bekannt von der Reaction der Elemente der Gruppe des Zuckers auf die Elemente der Gruppe des Salpeters abhängt. Wenn man einige reine Körper (d. h. nicht mit anderen vermischte) wie z. B. Pikrinsäure, Nitronaphtalin, Nitrobenzin und andere ohne Zutritt der atmosphärischen Luft erhitzt, so erfolgt ein dem vorigen ähnlicher Verbrennungsprocess“.

„Wie soll man sich nun die Verbrennung in diesem Falle erklären, da man hier nicht zwei verschiedene Körper, welche fähig sind, auf einander zu reagiren, angewandt hat? Vorher muss ich noch bemerken, dass man die so eben genannten Verbindungen erhält, wenn man Salpetersäure auf einige organische Körper einwirken lässt; dass dieselben sehr leicht einen gewissen Theil ihres Sauerstoffgehaltes an

*) Versuch einer Anwendung der neuesten physiko-chemischen Forschungen auf die Lehre von Giften etc. St. Petersburg 1854.

Schwefelwasserstoff und schweflige Säure abtreten, ganz so, als ob sie Salpeter- oder salpetrige Säure wären; endlich, dass sie alle stickstoffhaltig sind. Ist es also nicht als natürlich anzunehmen, der Stickstoff sei in diesen Körpern in der Form der Salpeter- oder salpetrigen Säure oder der Gruppe NO^4 enthalten; dass ferner die Nitrosauerstoffverbindungen eine besondere Gruppe in den Knallkörpern bilden und gerade sie, während des Verbrennens, auf die übriggebliebenen Elemente des organischen Körpers eine Reaction ausüben? Sollte hier nicht von der einen Seite eine Gruppe, welche dem Salpeter, von der andern eine verbrennende Gruppe, welche dem Zucker entspricht, existiren? Denn man kann die Verbrennung nicht durch die Eigenschaften und die Anzahl der enthaltenen Atome allein erklären, weil es Tausende von Körpern von ähnlicher Zusammensetzung giebt, d. h. Körper, die ebenfalls Kohlenstoff, Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff enthalten, die aber, in verschlossenen Gefässen erhitzt, nicht explodiren, weil sie nicht durch Mitwirkung der Salpetersäure erhalten worden sind. Es giebt sogar 2 Körper, das Nitrobenzin und die Carbanilsäure von völlig gleicher Zusammensetzung (isomer), und dennoch entsteht nur dann beim Erhitzen in einem verschlossenen Gefässe eine Explosion, wenn wir den Körper erhitzen, welcher durch Einwirkung von Salpetersäure erhalten wurde".*)

Diese Bemerkung auf verschiedene Körper angewandt, überzeugt uns leicht von der wirklichen Existenz einer Nitrosauerstoffgruppe, nicht allein in solchen Verbindungen, in welchen die Analyse und Reactionen mit Schwefelwasserstoff, Schwefelammonium, schwefliger Säure, Eisenoxydulsalzen und anderen, eine solche anzeigen, sondern auch in solchen, bei denen man, weil die Analyse schwierig ist, und die erwähnten Reactionen fehlen, keine bestimmte Folgerung über ihre chemische Zusammensetzung ziehen kann. In solchen Fällen richten wir uns nach der Analogie in der Entstehung vermittelst der Einwirkung der Salpetersäure, und nach ihrer Explosionsfähigkeit beim Erhitzen, bisweilen auch vom Schlage oder von einer leichten Reibung. Die Verschiedenheit der chemischen Eigenschaften der hierher gehörigen Körper erklären wir uns durch die Eigenschaft, Bedeutung und Anordnung der Elemente, welche zusammengesetzte Gruppen bilden, und der dadurch bedingten grösseren oder geringeren Beständigkeit dieser Körper. Es ist begreiflich, dass ihre Wir-

*) A. Laurent, Méthode de Chimie 1854 p. 322.

kungsarten auf die thierische Oeconomie mannigfaltig unter einander und entsprechend ihren chemischen Verschiedenheiten sich äussern müssen.

Bei der genauen Betrachtung dieser Verbindungen, bemerken wir an einigen von ihnen eine solche Stabilität der Anordnung ihrer Elemente, dass die Nitrosauerstoffgruppe, welche die Eigenschaften der ursprünglichen Körper nur unbedeutend verändert hat, das Verhältniss der dieselben bildenden Elemente zu einander nicht im geringsten gestört, so dass sogar die Metamorphosen dieser Verbindungen mit denen der ursprünglichen, aus welchen jene vermittelst der Salpetersäure erhalten sind, analog gefunden werden. Die Nitrobenzoesäure (C^{14} H^5 (NO^4) O^4) z. B. besitzt dieselben chemischen Eigenschaften, wie die Benzoesäure (C^{14} H^6 O^4); sie hat mit dieser eine gleiche Basicität, d. h. 1 Aeq. Wasserstoff, welches durch ein Metall oder eine Kohlenwasserstoffgruppe ersetzt werden kann. Wenn man dieselbe innerlich gebraucht, metamorphosirt sie sich im Organismus ebenso wie die Benzoesäure, nur mit dem Unterschiede, dass sie sich nicht in Hippursäure, wie diese, sondern in Nitrohippursäure verwandelt, unter welcher Form sie im Urin*) gefunden wird; folglich kann sie innerlich gleich der Benzoesäure ohne besonderen Nachtheil für die Gesundheit gebraucht werden. Einen solchen Zustand der Nitrosauerstoffgruppe erklären wir dadurch, dass sie den Wasserstoff in der Benzoesäure metalleptisch ersetzt. Diese Ersetzung, obwohl sie meistentheils nicht die Stabilität der Körper beeinträchtigt, kann sogar in einigen Fällen die Verwandtschaft neu entstandener Körper verringern, besonders dann, wenn nicht ein, sondern mehrere Aeq. Wasserstoff metalleptisch ersetzt sind. Wirklich wissen wir auch, dass Anilin Salzsäure leicht sättigt, Chloranilin (d. h. Anilin, in welchem 1 Aeq. Wasserstoff durch Chlor metalleptisch ersetzt ist) schon schwerer, noch schwerer Bichloranilin, endlich verbindet sich das Trichloranilin mit derselben gar nicht. Hieraus folgt, dass je grösser die den Wasserstoff im Anilin metalleptisch ersetzende Quantität Chlor ist, desto geringer wird die Verwandtschaft desselben, denn die hierbei entstehenden neuen Körper sind nichts Anderes, als dasselbe, wenn gleich passive, Anilin: sie haben eine mit diesem letzteren gleiche Anordnung der Elemente. Dasselbe bemerken wir auch bei der Ersetzung des Wasserstoffs im Anilin durch eine Nitrosauerstoffgruppe.

---

*) Bertagnini, Ann. der Chemie und Pharm. LXXVIII. 100.

Das Nitranilin ($C^{12}H^6(NO^4)N$) fällt keine Base irgend eines metallischen Salzes, folglich sind seine alkalischen Eigenschaften schwächer, als die des Anilin, welches dasselbe aus seinen Salzverbindungen verdrängt, doch sättigt es Säuren, während das Binitranilin ($C^{12}H^5(NO^4)^2N$) mit denselben keine Verbindungen eingeht. Ich gab Kaninchen Nitralinin bis 3 Gram. pro Dosi und bemerkte keine besondere Wirkung. Die Pikrinsäure ist Phenylsäure, in welcher 3 Aeq. Wasserstoff durch die Gruppe NO^4 metalleptisch ersetzt sind. Die Phenylsäure oder das Phenol ($C^{12}H^6O^2$), der Hauptbestandtheil des verkäuflichen Kreosots, von welchem auch die Wirkung desselben grösstentheils abhängt, verliert seine giftige Wirkung*) gänzlich, wenn in demselben 3 Aeq. Wasserstoff durch eine Nitrosauerstoffgruppe ersetzt werden. Ich gab Kaninchen, Katzen und Hunden von 0,2 bis 2 Gramm Pikrinsäure ein, und bemerkte kein einziges Mal irgend eine Zerrüttung ihres Gesundheitszustandes.

Die Ersetzung von 1 oder 2 Aeq. Wasserstoff in den Kohlenwasserstoffen, z. B. in Benzin und Toluen, durch eine Nitrosauerstoffgruppe muss man gleichfalls für metalleptisch annehmen, und die Verwandtschaft dieser Körper verringert sich gleichfalls mit der Quantität des ersetzten Wasserstoffs. Doch in diesen Körpern erscheint die Nitrosauerstoffgruppe gleichsam loser, als in den Säuren eingeschaltet; denn nicht nur Schwefelwasserstoff, schweflige Säure, kohlensaures Eisenoxydul u. a. desoxydiren sie, durch die ähnlichen Verbindungen eigenthümliche Reaction, sondern auch der Wasserstoff in statu nascenti (richtiger: Zinkwasserstoff, weil man dazu gewöhnlich Zink und Salzsäure anwendet,**) indem derselbe z. B. Nitrobenzin in Anilin verwandelt.

$$\underbrace{C^{12}H^5(NO^4)}_{\text{Nitrobenzin}} + 6H = \underbrace{C^{12}H^7N}_{\text{Anilin}} + 4HO.$$

Dieser besonderen Eigenschaften wegen, welche durch die Bedeutung der Elemente der Kohlenwasserstoffverbindung bedingt sind, könnte man meinen, dass auch die Wirkung der erwähnten Körper auf den Organismus sich durch etwas Besonderes unterscheiden müsste; doch wir bemerken dieses nicht, denn die Gruppe NO^4, obgleich

---

*) Siehe die bei Orfila beschriebenen Vergiftungsfälle von Kreosot, in seiner „Traité de toxicologie". T. II, p. 156.

**) Siehe meinen oben erwähnten „Versuch einer Anwendung etc." S. 26 und 28.

schwächer eingeschaltet, ersetzt den Wasserstoff metalleptisch, so dass die Metamorphose auf Rechnung der ganzen Verbindung, nicht aber der Gruppe NO^4 allein, im Organismus vor sich geht, ganz ebenso, wie sich Nitrobenzoesäure in demselben in Nitrohippursäure verwandelt. Aus diesem Grunde würden wir im Blute oder in irgend einem Organ eines mit Nitrobenzin vergifteten Thieres, Anilin vergeblich suchen. Wenn diese Voraussetzung richtig ist, so muss die Ersetzung des Wasserstoffs durch eine Nitrosauerstoffgruppe eine um so grössere Beständigkeit des Gleichgewichts bewirken, je grösser die Anzahl der ersetzten Aequivalente ist. Und was sehen wir? Das Nitrobenzin und Nitrotoluen wirken auf den Organismus, wie die Kohlenwasserstoffe, aus denen sie entstanden sind, doch das Binitrobenzin und Binitrotoluen besitzen schon gar nicht mehr diese Wirkung, gleich dem Trichloranilin und dem Binitranilin oder der Pikrinsäure. Meine zahlreichen Versuche mit Benzin, Nitrobenzin und Nitrotoluen, welche hier genauer aufzuzählen ich für überflüssig halte, bestätigen völlig diese Meinung.

Es giebt aber noch eine andere Reihe von Körpern, welche man gleich den vorhergehenden vermittelst Salpetersäure bereitet, und welche gleiche und sogar stärker ausgedrückte Eigenschaften, was die Zerstörung ihres Bestandes nicht nur durch hohe Temperatur, sondern auch durch Schlag und leichte Reibung anbelangt, besitzen. Diese Körper unterscheiden sich jedoch augenscheinlich von den oben erwähnten in folgenden Beziehungen:

1) Die Eigenschaften der neu erhaltenen Körper unterscheiden sich scharf von denen der ursprünglichen, aus welchen sie sich bildeten.

2) Wenn die gewöhnlichen desoxydirenden Reactive (Schwefelwasserstoff, schweflige Säure, essigsaures Eisenoxydul u. a.) auf dieselben wirken, findet keine den Körpern ähnliche Reaction statt, bei welchen Wasserstoff durch eine Nitrosauerstoffgruppe metalleptisch ersetzt ist.

3) Einige von diesen Verbindungen verändern unter der Wirkung der gewöhnlichen Reactionen, z. B. Schwefelwasserstoff, Chlormetalle der Alkalien, die Lage ihrer Theile, und legen den Grund zur Bildung anderer Körper von beständigerem Gleichgewicht, weil die in jenen Verbindungen nachgebliebenen Elemente der Gruppe, auf welche die Salpetersäure gewirkt hat, ihr Verhältniss zu einander, durch welche das Gleichgewicht derselben bedingt war, verlieren. Obgleich in diesen Körpern die Anwesenheit einer Nitrosauerstoff-

gruppe ebenfalls sichtbar ist, so ist doch der Wasserstoff durch dieselbe metalleptisch ersetzt; folglich muss ihre Wirkung auf den Organismus einige Eigenthümlichkeiten äussern.

Ausser dem Nitroglycerin, welches zu dieser Kategorie gehört, wollen wir noch das Nitromannit, Pyroxylin und einige knallsaure Metalle betrachten.

Die Eigenschaften dieser Körper unterscheiden sich bedeutend von denen der ursprünglichen, aus denen sie vermittelst Salpetersäure entstanden sind. Man braucht blos ihre Löslichkeit in verschiedenen Flüssigkeiten zu beobachten, z. B. Glycerin und Mannit lösen sich leicht in Wasser, Nitroglycerin sehr schwer, Nitromannit fast gar nicht. Die beiden ersteren sind in Aether unlöslich, die letzteren lösen sich in demselben leicht auf. Baumwolle ist in Alkohol und Aether unlöslich, Pyroxylin löst sich jedoch leicht in einer Mischung beider, und bildet das sogenannte Collodium. Bemerkenswerth sind verschiedene Reactionen auf knallsaure Metalle, z. B. auf knallsaures Silber und Quecksilber, welche man erhält, wenn eine Lösung von Silber oder Quecksilber in Salpetersäure auf Alkohol wirkt. In diesen Körpern ist die Zerstörung der Stabilität der Kohlenwasserstoffgruppe des Alkohols durch die Salpetersäure so deutlich, dass z. B. Schwefelwasserstoff oder Chloralkalimetalle die Lage der Theile des Kohlenstoffs, Sauerstoffs, Stickstoffs und Wasserstoffs (oder des Metalles) so verändern, dass die neu erhaltenen Körper schon ganz aus der Aethylgruppe treten, und als Cyanverbindungen erscheinen. So wissen wir, dass, wenn Schwefelwasserstoff auf Knallquecksilber wirkt, sich entweder Cyan- oder Schwefelcyansäure (Liebig); bei der Einwirkung der Chloralkalimetalle aber Cyanur- oder Isocyanursäure (Schischkoff), oder blos Fulminursäure (Liebig)*) bilden. Es ist ferner bekannt, dass Knallsilber nicht nur von erhöhter Temperatur und vom Schlage, sondern sogar von einer geringen Reibung explodirt; wenn man dasselbe aber mit andern Körpern, z. B. mit schwefelsaurem Kali mischt, so erträgt es eine ziemlich hohe Temperatur, so dass man eine solche Mischung sogar einer trockenen Destillation, wobei sich das Knallsilber in Kohlensäure,

---

*) Schischkoff entdeckte vor Liebig diese Reaction und nannte diese Säure Isocyanursäure; denn sie ist der Cyanursäure isomer (Mélanges physiques et chimiques St. Pétersbourg t. II). Liebig machte seine Entdeckung einige Monate später bekannt, als Herr Schischkoff, und nannte sie Fulminursäure (Ac. fulminurique).

Stickstoff, Cyan- oder Paracyansilber und metallisches Silber zerlegt, unterwerfen kann:

$$2\,(C^4\,Ag^2\,N^2\,O^4) = 4CO^2 + N^2 + 2\,(C^2AgN) + Ag^2.$$

Die Wirkung dieser explodirenden Verbindungen auf Thiere ist je nach der leichteren oder schwereren Löslichkeit derselben in Wasser mehr oder weniger zerstörend. Ich habe Versuche mit knallsaurem Quecksilber und Zink angestellt. Die letztere Varbindung löst sich leicht im Wasser und wirkt ganz wie Blausäure. Die Giftigkeit des Knallsilbers ist schon längst bekannt (Howard). Ich bemerkte bei diesen Versuchen dieselben Erscheinungen, welche man auch an den Cyanverbindungen wahrgenommen, d. h. 1) dass sie stärker auf grasfressende (Kaninchen), als auf fleischfressende Thiere (Hunde) wirken; 2) dass die im Wasser schwer löslichen Verbindungeu in ziemlich bedeutenden Dosen gebraucht werden müssen, um Symptome hervorzurufnn, welche die sogenannten gewöhnlich narkotischen Gifte charakterisiren.

Versuch I. Ein Hund, mittlereren Wuchses, erhielt innerlich 1 Gramm Knallquecksilber mit Wasser geschüttelt. Zwei Minuten nach Einnahme des Giftes enstand starkes spasmotisches Erbrechen, er wankte, legte sich auf den Bauch, es erfolgte beschleunigtes Athmen, Speichelfluss, abermaliges Erbrechen und grosse Schwäche. Der Hund erholte sich nach 2 Stunden und wurde am anderen Tage ganz gesund.

Versuch II. Ein junger Hund erhielt 1,5 Gram. mit Wasser geschüttelt. Nach eincr Minute erfolgte Erbrechen, das sich im Verlaufe einer Stunde einige Male wiederholte; darauf Durchfall. Der Hund wurde sehr unruhig, es stellte sich schweres Athmen, Hitze, Speichelfluss und grosse Schwäche ein, bis er nach 3 Stunden starb. Secirt nach 18 Stunden, ergaben sich Lungen, Herz und Leber mit dunklem, flüssigem Blute überfüllt; im völlig leeren Magen bemerkte man stellenweise Ecchymosen im submucösen Gewebe; im Zwölffingerdarm begränzte Röthe mit baumförmigen Verzweigungen der Capillargefässe; in Milz und Nieren nichts Besonderes; das Gehirn im normalen Zustande.

Versuch III. Ein grosses Kaninchen erhielt 1 Grammen Knallquecksilbers mit Wasser geschüttelt. Keine besondere Erscheinungen. Nach Verlauf einer Stunde erhielt es noch einen Gram. Nach 10 Minuten fiel es auf die linke Seite, es stellten sich Krämpfe, Tetanus, schweres Athmen ein, worauf es nach 2 Minuten starb. Bei der Section, nach einer halben Stunde, fand man Herz, Leber und Nieren mit dunklem flüssigem Blute überfüllt, in den Lungen

schaumartige, blutige Flüssigkeit. Der Magen enthielt eine grosse Quantität Speise; im Gehirn nichts Besonderes.

Versuch IV. Ein kleines Kaninchen erhielt im Verlauf einer Stunde fast einen Gram. in verschiedenen Dosen. Nach der letzten Gabe wurden seine Bewegungen beschwerlich; es athmete schwer, wurde schwach, die Krämpfe waren unbedeutend; es starb nach 6 Stunden. Section nach 20 Stunden: Ueberfüllung der Lungen mit Blut und Oedem; im rechten Herzventrikel geronnenes Blut, der linke fast leer; die grossen Gefässe der Leber mit flüssigem Blute überfüllt; die innere Oberfläche des Magens, der ein wenig Speise enthielt, dunkelgrau gefärbt; in den übrigen Organen nichts Besonderes.

Versuch V. Einem kleinen Kaninchen legte man 0.7 Gram. vorher getrockneten Knallqueeksilbers in den Mund. Es fiel nach 3 Minuten auf die rechte Seite; darauf Krämpfe in den vorderen und hinteren Extremitäten, Tetanus mit nach vorne geneigtem Kopfe (Emprosthotonus), krampfhaftes Athmen, wie bei der Wirkung von Blausäure, allgemeine Gefühllosigkeit. Es starb nach 4 Minuten. Bei der nach 2 Stunden gemachten Section fand man Lungen, Herz und Leber mit Blut überfüllt; im Magen und Gehirn nichts Besonderes.

Versuch VI. Ein grosser junger Hund erhielt innerlich 0,5 Gram. knallsauren Zink in wässeriger Lösung. Er wankte sogleich, darauf folgte Erbrechen; er fiel auf die linke Seite, es stellten sich Krämpfe, Tetanus, spasmodisches Athmen, allgemeine Gefühllosigkeit ein; er starb nach 5 Minuten. Section am folgenden Tage: Oedem der Lungen, der rechte Herzventrikel mit flüssigem Blute überfüllt, im linken unbedeutende Coagulationen, die Leber ein wenig hyperämirt, der Magen fast leer, längs den Falten fortlaufende Röthe; im Gehirn nichts Besonderes.

Das Nitromannit und Pyroxylin (coton-poudre oder fulmicoton), im Wasser gänzlich unlösliche Körper, verändern sich weder durch Wasser, noch durch verdünnte Säuren und Alkalien. Wenn man aber eine concentrirte Lösung von Eisenchlorür bei der Temperatur des kochenden Wassers auf Pyroxylin einwirken lässt, so stellt sich unter Ausscheidung von Azotoxyd Baumwolle wieder her (Béchamp); ebenso stellt sich, wenn man eine stark concentrirte Lösung von Schwefelammonium auf Nitromannit einwirken lässt, Mannit unter Ausscheidung von Ammonik und Abscheidung von Schwefel her (Dessaignes). Diese Eigenschaften weisen auf einen besondern Zustand der Nitrosauerstoffgruppe in diesen Körpern hin, einen Zustand, der sich den kopulativen Ersetzungen annähert. Die Unlöslichkeit in Wasser und die Unantastbarkeit ihres Bestandes von

verdünnten Säuren und Alkalien bestimmen schon a priori ihre gleiche Wirkung auf die thierische Oeconomie. Meine Versuche bestätigen völlig diese Voraussetzung: ich gab Hunden und darauf Kaninchen 1—4 Gram. p. d. Pyroxylin und Nitromannit, nahm selbst einige Decigramm ein, und bemerkte durchaus keine Wirkung. Doch dieses findet nicht Statt bei einem Körper, der, analog mit diesem zusammengesetzt, sich in Wasser, wenn auch nur ein wenig löst, ich meine das Nitroglycerin oder Glonoin, von dem die Untersuchung seiner toxigologischen Wirkung den Hauptzweck dieser Abhandlung ausmacht.

Im Nitroglycerin befindet sich gleichfalls die Nitrosauerstoffgruppe eher in Form einer kopulativen, als metalleptischen Ersetzung. Wenn wir z. B. Nitrobenzin nehmen, und auf dasselbe eine Lösung von Aetzkali in Spiritus einwirken lassen, so erhalten wir eine besondere Verbindung, welche von Zinin entdeckt und von demselben Azoxybenzid genannt ist; dieselbe besteht aus gleichen Verhältnissen Kohlenstoff, Wasserstoff und Azot, aber aus weniger Sauerstoff, als das Nitrobenzin enthält, und man erhält bei der Destilation dieser Verbindung Azobenzid (mit denselben Elementen, nur ohne Sauerstoff) und Anilin. Wenn aber Nitroglycerin in einer concentrirten Lösung von Aetzkali gekocht wird, so zerlegt es sich in Glycerin und salpetersaures Kali (Williamson).

Ich sprach schon davon, dass Nitroglycerin, in der kleinsten Quantität eingenommen, heftige Kopfschmerzen verursacht. Zu den schon bekannten Thatsachen kann ich noch folgende, mir aus Moskau durch Hrn. Dr. Giwartowsky mitgetheilte hinzufügen, welche beweisen, dass nicht nur das Nitroglycerin selbst, sondern auch das bei seiner Reinigung erhaltene Waschwasser, welches folglich davon ein wenig löst, eine schädliche Wirkung auf die Gesundheit ausübt.

„Vor zwei Wochen (schreibt mir Herr Giwartowsky vom 24. December 1854) bereitete ich Nitroglycerin, um seine Zersetzungsprodukte zu untersuchen. Beim Auswaschen, als ich das Wasser durch eine Pipette abgoss, gerieth mir ein wenig davon in den Mund, und ich litt in Folge dessen an heftigen Kopfschmerzen."

„Aus Unvorsichtigkeit hatte Jemand gegen zwei Unzen Wasser, das zum Waschen des Nitroglycerin gedient hatte, eingenommen; an ihm zeigten sich sehr bald heftige Kopfschmerzen, allgemeine Schwäche, Hitze, und er befand sich mehrere Wochen in einem, dem Nervenfieber sehr ähnlichen, Zustande."

Als ich Versuche an Thieren anstellte, wurde ich gleich anfangs von der scheinbar unbedeutenden Wirkung des Nitroglycerin auf Hunde überrascht, und konnte nicht begreifen, wie **Sobrero** eine Vergiftung durch 2 oder 3 Centigramm, welche einen Hund auf der Stelle getödtet, beobachtet hatte. Konnte das nicht davon herrühren, dass er nicht ganz reines Nitroglycerin gebraucht hatte, welches freie Blausäure, die sich unter anderen Produkten bei der Bereitung des Nitroglycerin ausscheidet, enthielt? Ich versuchte Hunden Nitroglycerin, das nicht einmal mit kohlensaurem Natron gewaschen war, zu geben. Und was sah ich? Meine Resultaten blieben ganz dieselben.

Hier folgt die Beschreibung der von mir angestellten Versuche:

Versuch VII. Einem grossen Hunde goss man 5 Tropfen nicht gewaschenes Nitroglycerin in den Rachen. Es erfolgte geringer Speichelfluss, er blieb aber munter wie vorhin und lief umher; man bemerkte keine besondere Erscheinungen, weder an demselben Tage, noch einige Tage später.

Versuch VIII—XV. Grossen und kleinen Hunden gab man innerlich 5—25 Tropfen frisch bereitetes, mit kohlensaurem Natron nicht gewaschenes Nitroglycerin. In einigen Fällen bemerkte man unbedeutenden Speichelfluss, Neigung zum Erbrechen und Schwäche; alle erholten sich jedoch bald und waren nach einigen Tagen völlig gesund.

Versuch XVI. Ein grosser starker Hund erhielt 30 Tropfen gewaschenes, fast wasserfreies Nitroglycerin. Die Erscheinungen waren ähnlich den vorigen. Man bemerkte keine krampfhafte Folgen.

Versuch XVII. Ein anderer grosser Hund erhielt innerlich 60 Tropfen von demselben Nitroglycerin. Nach 10 Minuten folgte unbedeutendes Erbrechen, schwankender Gang, Speichelfluss, beschleinigtes Athmen; Anfälle von Betäubung, Gefühllosigkeit beim Nadelstich; er legte sich auf die Seite; es entstanden leichte Krämpfe in den vorderen und hinteren Extremitäten, grosse Schwäche, heiseres Athmen; er starb nach 3 Stunden. Section nach 18 Stunden: Die hinteren Theile der Lungen mit Blut überfüllt und in einem ein wenig emphysematösen Zustande; im Herzen geringe Blutcoagulationen; Leber, Milz und Nieren hyperämirt; im Magen stellenweise begränzte Röthe mit Ecchymosen am Ausgange desselben; im Gehirn und Rückenmark nichts Besonderes.

Versuch XVIII. Ein alter, grosser Hund erhielt innerlich 40 Tropfen. Nach 5 Minuten folgte Erbrechen, Speichelfluss; er wankte, wurde schwach, legte sich auf die Seite; dann folgte erschwertes Athmen, beschleunigtes Schlagen des Herzens. Nach

einer halben Stunde erholte er sich, frass aber schlecht; am andern Tage war er sehr schwach, frass Nichts und hatte einen wankenden Gang. Am 3. Tage starke Hitze, Schwäche und Durst. Am 4. Tage war er sehr schwach, bewegte sich mit grosser Anstrengung und hatte noch immer Hitze. Er starb am 5. Tage bei vergrösserter Schwäche und leichten krampfhaften Erscheinungen. Man fand bei der Section: die Gefässe der Hirnhäute und der Gehirnsubstanz mit Blut überfüllt; das Herz fast leer; im Magen unbedeutende Röthe und stellenweise kleine blutige Geschwüre (erosiones haemorrhagicae); die grossen Gefässe der Leber mit dunklem flüssigem Blute überfüllt; Milz und Nieren ebenfalls hyperämirt.

Versuch XIX. Einem grossen Hunde spritzte man 6 Tropfen Nitroglycerin in die Vena jugularis. Er fiel sogleich auf die linke Seite, es entstanden Krämpfe, Tetanus, heiseres Athmen, allgemeine Gefühllosigkeit, dauernde Agonie und endlich der Tod nach 2 Stunden. Bei der Section, nach 4 Stunden, fand man im rechten Herzventrikel Coagulationen von dunklem Blute; Lungen, Leber, Milz mit dunklem Blute überfüllt; im Magen und Darmkanale nichts Besonderes; das Gehirn hyperämirt.

Versuch XX—XXV. Mehrere Kaninchen erhielten innerlich von 1—15 Tropfen Nitroglycerin. An 5 derselben wurde nichts Besonderes bemerkt, nur in einem Falle Erscheinungen, wie in den Versuchen XXXII—XL. Dieses Kaninchen erhielt 10 Tropfen.

Versuch XXVI—XXXI. Mehreren Kaninchen wurden 15—20 Tropfen Nitroglycerin gegeben. In 4 Fällen Schwäche, gleichsam gezwungene Bewegungen, Gefühllosigkeit, gleichsam Betäubung. Nach einigen Stunden hörten diese Erscheinungen auf und die Thiere wurden ganz gesund. In 2 Fällen Erscheinungen, wie in den Versuchen XXXII—XL.

Versuche XXXII — XL. Kaninchen erhielten 25 — 30 Tropfen Nitroglycerin innerlich. Dabei bemerkte man Erscheinungen folgender Art: das Thier fiel sogleich auf die Seite; es entstanden Krämpfe, Tetanus, erschwertes spasmodisches Athmen; der anfänglich beschleunigte Herzschlag wurde allmählig schwächer; zuletzt zeigte sich allgemeine Gefühllosigkeit; der Tod erfolgte 1—15 Minuten nach Einnahme des Giftes. Die Erscheinungen zeigten sich um so früher, je grösser die gegebene Dosis Nitroglycerin's war, so dass man dieselben, nach Darreichung von mehr als 40 Tropfen, schon nach 1 Minute wahrnahm; geringere Dosen wirkten nach 2—5—10 Minuten. Nur bei einem Kaninchen, das 25 Tropfen erhalten hatte, bemerkte man nicht die oben erwähnten Erscheinungen, sondern sie glichen den 4 erstgenannten im Versuche XXVI—XXXI.

Versuch XLI. Eine nicht sehr grosse Katze erhielt innerlich 5 Tropfen Nitroglycerin. Es entstand Speichelfluss, sie wimmerte,

hatte beschleunigtes Athmen, lief aus einer Ecke in die andere. Nach einer halben Stunde erholte sie sich gänzlich. Sie erhielt darauf noch 30 Tropfen, worauf starker Speichelfluss, Betäubung und Wanken erfolgte. Nach einer Stunde erholte sie sich scheinbar, blieb sehr schwach und starb nach 4 Stunden. Section nach 20 Stunden: Anämie des Gehirns und Rückenmarks, Oedem der linken Lunge, Hyperämie beider, besonders in den hinteren Theilen; im rechten Herzventrikel wenig flüssiges Blut, in der Leber gleichfalls; Milz und Nieren ein wenig hyperämirt; die Harnblase leer, ihre Schleimhaut im normalen Zustande; der Magen enthielt etwa 5 Gram. trüber, eiweissartiger, schaumiger Flüssigkeit. Auf der innern Oberfläche desselben war nichts Bemerkenswerthes. Die in einem Probirglase aus dem Magen gesammelte Flüssigkeit wollte ich einer chemischen Analyse unterwerfen, doch schon bei der oberflächlichen Betrachtung derselben bemerkte ich, dass sich Tropfen von der Grösse eines Stecknadelkopfes eines dem Nitroglycerin ähnlichen Körpers absetzten. Einer von diesen Tropfen, nachdem die darüber stehende Flüssigkeit abgegossen war, auf einen Ambos gelegt, explodirte gleich einem Kupferhüthchen vom Schlage eines Hammers. Dieser Reaction kann man sich im Falle einer Vergiftung durch Nitroglycerin bedienen.

Versuch XLII. Eine andere kleine Katze erhielt innerlich 20 Gropfen Nitroglycerin. Sie bekam Speichelfluss, schien gleichsam betäubt, hatte erschwerte Bewegungen, beschleunigtes Athmen und starb nach 5 Stunden. Bei der Section fand man dem vorhergehenden Versuche ähnliche Erscheinungen, nur war der Magen völlig leer, so dass man die obenerwähnte Reaction auf Nitroglycerin nicht machen konnte.

Versuch XLIII. Eine grosse fette Katze erhielt innerlich 0,35 Gram. Nitroglycerin in fast 4 Gram. Alkohol (75°) aufgelöst. Es erfolgte starker Speichelfluss, Unruhe, sie warf sich hin und her; lag darauf unbeweglich; stand auf, wankte und erholte sich nach einer halben Stunde. Nach einer Stunde erhielt sie 3 Gram. Nitroglycerin in 18 Gram. Alkohol (75°) aufgelöst. Wieder Speichelfluss, beschleunigtes Athmen; sie legte sich auf die linke Seite; es kamen Krämpfe, Schaum am Munde, allgemeine Gefühllosigkeit. Sie erholte sich nach einer halben Stunde ein wenig, war aber sehr schwach und frass Nichts. Am andern Tage hatte sie Hitze; im Munde und in der Nase Trockenheit, sie lag unbeweglich, bewegte den Kopf fast gar nicht; frass und trank Nichts. Am dritten Tage derselbe Zustand; am vierten war die Katze sehr schwach und trank ein wenig, am fünften gleichfalls; am sechsten Tage wurde sie ein wenig munterer und frass Fleisch. Von jetzt an erholte sie sich und wurde nach 10 Tagen gesund.

Wenn wir die Resultate dieser Versuche aufmerksam betrachten, so überzeugen wir uns noch mehr von der Wahrheit der Meinung, dass man aus einer oder auch aus einigen oberflächlichen Betrach-

tungen noch keine Folgerung über die giftige Wirkung irgend eines Mittels ziehen kann. In unseren Versuchen kommen Fälle vor, in denen hinlänglich grosse Dosen Nitroglycerin noch nicht den Tod zur Folge hatten, und daher begreifen wir, wesshalb einige Beobachter, z. B. de Vry, die Folgerung machten, dass dieser Körper nicht giftig sei. Wenn man die so mannigfaltige Wirkung desselben auf Thiere verschiedener, bisweilen sogar einer und derselben Gattung bedenkt, so kann man auch den von Sobrero beschriebenen Fall begreifen, wenn man annimmt, dass bei demselben eine gewisse besondere Individualität des dem Versuche unterworfenen Thieres stattgefunden haben müsse.

Ich werde mich hier nicht weit über die Dosis des Glonoin, welche giftig wirken könnte, noch weniger über die schulmässige Bestimmung ihres Minimums, auslassen. Man sieht aus meinen Versuchen deutlich genug, dass das Nitroglycerin, wenn es auch nicht in der kleinsten Dosis tödtet (der Begriff über die Grösse einer Dosis war und wird stets höchst relativ bleiben), so doch in unbedeutenden (10=30 Tropfen) solche Symptome an einigen Thieren, z. B. Kaninchen hervorruft, nach denen dasselbe zu den Giften und zwar zur dritten Klasse meines toxicologischen Systems *) gezählt werden muss.

Freilich hat jeder Körper dieser Klasse seine eigene characteristische Wirkung, aber alle besitzen sie die allgemeine Eigenschaft, dass sie eine Reihe analoger Erscheinungen, welche auf die Affection der Nervencentren und überhaupt des ganzen Nervensystems hinweisen, hervorrufen können. Um dieses zu bezwecken, muss man nur von dem einen Körper eine grössere Quantität, als von dem anderen nehmen. Es fragt sich nun, welche Rolle die Nitrosauerstoffgruppe im Nitroglycerin und in anderen explodirenden Körpern spielt? Wahrscheinlich ändert sie, die zusammengesetzte Kohlenwasserstoffgruppe zerstörend, die Beständigkeit im Gleichgewichte der

*) Die dritte Klasse meines Systems enthält die einfachen Kohlenstoffverbindungen, wie z. B. Verbindungen des Kohlenstoffs mit Sauerstoff (Kohlenstoffoxyd) und Schwefel, Verbindungen desselben mit Chlor und demselben ähnlichen Haloiden, Verbindungen desselben mit Stickstoff (Cyan); besonders gross ist aber die Abtheilung der Kohlenwasserstoffe, die sich als Gruppen mit andern Körpern von verschiedenen Eigenschaften verbindend, diesen letzteren die der ganzen Klasse eigenthümliche Wirkungweise auf das Nervensystem mittheilt. (S. meine oben erwähnte Abhandlung S. 79.)

übriggebliebenen Theile desselben und legt dadurch den Grund zur Bildung neuer, einfacher Kohlenstoffverbindungen; wenigstens kann man dieses aus den uns bemerkbaren Metamorphosen der Knallkörper schliessen.

Résumé.

1) Das Nitroglycerin gehört seiner Wirkung nach zur dritten Klasse meines toxicologischen Systems, d. h. zu den einfachen Kohlenstoffverbindungen.

2) Indem dasselbe in seinen allgemeinen Wirkungen den einfachen Kohlenstoffverbindungen ähnlich ist, ähnelt es in seinen speciellen Eigenschaften am meisten dem Knallquecksilber.

3) Die Grösse der Giftigkeit wird erstens durch die Gattung des Thieres (wirkt stärker auf grassfressende) und zweitens durch die Individualität desselben bedingt. Ueberhaupt wirken schon zehn Tropfen desselben schädlich auf Kaninchen, mehr als 30 Tropfen auf Hunde.

4) Die homöopathischen Dosen desselben, welche schnell vorübergehende Krankeithssymptome (Kopfschmerzen, Schwere etc.) hervorrufen, kann man nicht giftig nennen. Doch in der allopathischen Heilmethode muss man sich entweder ganz ohne dieses neue Mittel behelfen, oder wenigstens dasselbe mit der grössten Vorsicht verschreiben.

5) Es ist kaum möglich ein Gegengift im Falle einer Vergiftung durch Nitroglycerin, wenn man die Schnelligkeit seiner Wirkung bedenkt, anzuwenden; man muss sich also auf die Heilung allein beschränken. Für die am meisten rationelle Kur muss folgende gelten: Ein starkes Vomitiv sogleich nach der Vergiftung, denn wir wissen, dass das Nitroglycerin eine gewisse Zeit im Magen unzersetzt bleiben kann. Kann man kein Erbrechen bewirken, so muss man das im Magen Enthaltene durch eine Pumpe zu entfernen suchen, dann folgt eine totale oder partielle Venaesection, Begiessung des Körpers mit kaltem Wasser, Einwickelung in nasse Laken, Senfpflaster auf die Waden, reizende Klystiere; mit einem Worte solche Mittel, welche zur Vertreibung des Blutes aus den Nervencentren und zur Bewirkung einer starken Reaction in der Haut dienen können, desgleichen auch eine Ableitung auf den Darmkanal, darauf ein leichtkühlender Trank u. s. f., wie die Therapie es vorschreibt. Bei

entwickeltem starkem Fieber, Delirien u. s. w., muss man die den Regeln angemessenen Mittel anwenden.

6) Zur Erkennung des Nitroglycerin im Falle einer Vergiftung ist das einfachste und leichteste Kennzeichen die Explosion der kleinsten Quantität desselben durch einen Hammerschlag. Wenn man das Nitroglycerin in einer für eine gerichtlich-chemische Untersuchung hinlänglich grossen Quantität erhalten hat, so kann man einen Theil desselben in einer Lösung von Aetzkali kochen, wobei es sich in Glycerin und salpetersaures Kali zerlegt.

VI.

Zur Toxikologie und Pharmakodynamik des Jodkaliums *).

Die bis jetzt über die Wirkung des Jodkaliums, in toxikologischer und therapeutischer Beziehung, bestehenden Widersprüche veranlassten uns, diesen Gegenstand einer genauen Prüfung zu unterwerfen. Wir stellten uns die Aufgabe, in einer Reihe von Versuchen, an Thieren und, so weit es anging, auch an Kranken, einige hierher bezügliche theoretische und praktische Regeln zu ermitteln und suchten desshalb folgende Fragen zu beantworten:

I. In welcher Gabe zeigt sich die toxische Wirkung des Jodkaliums, durch acute oder chronische Intoxicationserscheinungen?

II. Welche patholog.-anatom. Veränderungen finden hierbei statt?

III. Auf welchen Wegen und wie bald erfolgt gewöhnlich die Ausscheidung des Jodkaliums aus dem Organismus? Wie lange verweilt dasselbe im Körper?

IV. In welchem Grade wird das Jodkalium im Vergleich zum Jod und zu anderen Jodverbindungen durch die Haut resorbirt?

V. Welche Veränderungen erleidet das Jodkalium durch die Verdauung und den Eintritt in den Kreislauf des Blutes?

VI. Wie muss die Diät beim Gebrauche des Jodkaliums beschaffen sein, und welche Vorsichtsmassregeln sind dabei zu beobachten?

Bezüglich I. **) Bei unseren Versuchen brachten wir das Jod-

---

*) Aus der medicinischen Zeitung Russlands, 1856.

**) Bei allen unseren Versuchen brauchten wir chemisch reines Jodkalium, wodurch wir ein für allemal dem Einwurf begegnen, dass die Verschiedenheit der Wirkung des Jodkaliums, bei damit angestellten Versuchen, von fremdartigen oder zufälligen Beimischungen zu diesem Präparate herzuleiten sei. So fand Pereira einst im verkäuflichen Jodkalium gegen 77 pCt. beigemischten kohlensauren Kali's. — Alle Gaben des Präparates haben wir nach Grammen berechnet, so dass die Abkürzung Gr. Grammen und nicht Gran bedeutet.

kalium, in Wasser gelöst, den Hunden und Kaninchen meist durch eine in den Magen eingeführte elastische hohle Sonde bei. Bisweilen wurde jedoch die Jodkaliumlösung unmittelbar in die Mundhöhle eingegossen. In einem Fall, in welchem 7 Gr. einer concentrirten Wasserlösung einem Hunde unmittelbar eingegossen wurden, erfolgten schon nach anderthalb Minuten Erstickungszufälle, so dass das Thier nach 5 Minuten unter Zuckungen und mit Schaum vor dem Munde verschied. Die Section erwies, dass die Jodkaliumlösung nicht in den Magen, sondern in die Luftwege gelangt war, wahrscheinlich durch die krankhafte Zuschnürung des Schlundes, bei gleichzeitiger Hebung des Kehldeckels veranlasst.

Gaben von 1 Gr. verursachten bei Hunden bisweilen Erbrechen; Kaninchen wurden merklich schwächer von solchen Gaben und verweigerten das dargereichte Futter; der Tod erfolgte jedoch nur selten, wohl aber wenn die Gabe 1 Gr. überstieg, z. B. bei 1,5 Gr. oder circa 2 Gr., und zwar nach wenigen Tagen aus Erschöpfung und Diarrhöe.

Indem wir Hunden 2, 3, 4 bis 5 Gr. Jodkalium pro dosi in concentrirter Wasserlösung gaben, beobachteten wir nicht ein einziges Mal jene acute Magen- und Darmentzündung, welche im Gefolge von Vergiftungen mit scharfe metallische Giften aufzutreten pflegt. Gewöhnlich erfolgte bald nach einer solchen Gabe Erbrechen, einmal bei 4 Gr. sehr copiöses, aus Chymus und Galle bestehend, aber ohne Blut; das Erbrechen wiederholte sich mehrmals in den ersten 5 bis 10 Minuten, worauf sichtbare Erleichterung erfolgte, so dass die Thiere, am Abend bereits gute Esslust äusserten und Tags darauf sich vollkommen erholt hatten.

Wir versuchten nicht, wie Devergie u. A., die Einführung des Jodkaliums in den Magen, bei Unterbindung des Oesophagus und zwar aus folgenden Gründen: Wenn bei Kaninchen, welche nicht erbrachen, die obenerwähnten Gaben des Jodkaliums keine Entzündung hervorriefen, so hätten wir natürlicherweise die Unterbindung der Speiseröhre, durch eine so bedeutende Verletzung einer neuen eigenthümlichen Gefahr ausgesetzt, welche wohl folgende Frage veranlassen könnte: Ob wohl die Unterbindung des Oesophagus, nach Einführung irgend eines Brechmittels, z. B. der Ipecacuanha, in den Magen, sich indifferent verhalte, oder aber zur Entwickelung eines entzündlichen Zustandes beitrage? — Obgleich uns einstweilen noch keine Beweise hierüber vorliegen, so sind wir doch

überzeugt, dass unter solchen Umständen sich dieselben Erscheinungen entwickeln würden, welche Devergie nach Einführung des Jodkaliums mit Unterbindung des Oesophagus entstehen sah.

Aus unseren Experimenten zogen wir den Schluss: Dass das Jodkalium in Gaben, die weniger als einen Gram. betrugen, in den Magen eines Hundes eingeführt, nicht als scharfes metallisches Gift wirke.

Devergie gelang es auch nicht Hunde zu vergiften, denen er 1 bis 2 Drachmen Jodkalium in einer halben Unze destillirten Wassers beibrachte, ohne ihnen dabei die Speiseröhre zu unterbinden. Cogswell gab einem Kaninchen eine Drachme Jodkalium in zwei Drachmen destillirten Wassers, worauf erst am vierten Tage der Tod erfolgte, und Stubenrauch sah bei Kaninchen, denen er 2, 4 bis 6 Drachmen Jodkalium in einer Unze Wassers und bei 2 bis zu 8 Drachmen in einer halben Unze Wassers gelöst, den Tod nach drei-viertel, anderthalb, 2 bis 4 Stunden nach der Gabe eintreten; in einem Falle jedoch, gerade nach einer Gabe von 8 Drachmen, erst nach 30 Stunden ! ! (Strumpf, Systemat. Handbuch der Arzneimittellehre, 1855, Bd. 2, S. 752.)

Wir haben freilich keine Einspritzungen in die Jugularvenen gemacht; es fragt sich indess, wenn wirklich bei solchen Versuchen das Jodkalium besonders in concentrirter Lösung raschen Tod mit vorangehenden Krämpfen etc. hervorruft, ob man berechtigt ist, mit Devergie hieraus auf eine Analogie der Wirkungen des Jodkaliums und der Blausäure zu schliessen? Mir gelang es, dieselben Erscheinungen nach Einspritzung anderer, selbst Mittelsalze, z. B. Kali und Natronsalze in concentrirter Auflösung, zu beobachten; woraus jedoch keinesweges zu folgern ist, dass diese Salze das Hirn und Rückenmark reizen und dadurch Krämpfe hervorrufen, wie sich Devergie in Bezug auf das Jodkalium ausdrückt. Interessante Untersuchungen über die physikalische Einwirkung von Chlornatrium und anderer Salze, so wie des Harnstoffes des Zuckers u. s. w., wenn sie in concentrirter Lösung Fröschen unter die Haut oder in den Magen gebracht werden, hat neulich Kunde (Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, 8 Bd., 4 Thl. 1857.) mitgetheilt, die einer von uns (Pelikan) vollkommen bestättigt gefunden hat.

Bei Einführung des Jodkaliums auf andern Wegen, z B. durch die Haut, durch eine Wunde, in's Zellgewebe, durch eine seröse Membran, bemerkten wir bloss eine mehr oder weniger ausgesprochene örtliche Irritation, sonst aber keine besonderen Erscheinungen.

Ehe wir unsere Versuche der chronischen Vergiftung mit Jodkalium erwähnen, können wir nicht umhin auf die Beobachtungen zweier Dorpater Aerzte, der Dr. Dr. Holtermann und Strauch, welche sie in ihren Dissertationen *) beschrieben, zu verweisen.

Beide versuchten durch Experimente, ersterer an 4 Katzen, letzterer an 4 Hunden, zu ermitteln, in wie ferne und unter welchen Umständen das Jodkalium mehr oder weniger störend auf die Verdauung und Ernährung einwirkt? Folglich, in welchen Gaben dasselbe schadlos vom Organismus vertragen werden kann. Bei diesen Versuchen stellten beide Beobachter mit lobenswerther Genauigkeit tägliche Wägungen dieser Thiere, sowie ihrer Excrete, und Messungen der ausgeathmeten Kohlensäure (Holtermann) an. Sie bemerkten dabei, dass tägliche Gaben, im Verhältniss zu einem halben Gran zu einem Kilogramm des Gewichtes des Thieres, sich sowohl für die Hunde, als auch für die Katzen unschädlich erwiesen, d. h. ihre Ernährung nicht störten, man mochte ihnen dabei animalische oder vegetabilische Kost reichen. Auf diese Weise konnte man einem Hunde, der circa 16 Kilogramme wog, ohne Schaden Monate lang täglich bis 8 Gran Jodkalium (etwa 0,5 Gramm) beibringen. Wenn wir auch zugeben wollten, dass diese Resultate als allgemein gültig für Hunde und Katzen zu betrachten wären, so können wir dennoch nicht mit Dr. Strauch übereinstimmen, welcher das obige Verhältniss von einem halben Gran auf 1 Kilogramm Körpergewicht der Thiere auf den Menschen überträgt, dessen Gewicht beiläufig 60 Kilogramme beträgt, und hieraus folgert, dass der Mensch ohne Schaden eine Dose von einer halben Drachme Jodkalium täglich vertragen könne, „quae quidem copia“ meint Dr. Strauch „dosi a medicis ad morbos adhibitae satis congruit.“ Wir halten es für überflüssig, diesen Gegenstand näher zu beleuchten, indem wir den Unterschied der Wirkung verschiedener Mittel auf Menschen und Thiere als allgemein bekannt voraussetzen, so dass man bisweilen Hunden grössere Gaben eines Mittels, als Menschen, reichen muss, um dieselben oder ähnliche Wirkungen zu erzielen. Wir erinnern z. B. an die Verschiedenheit des Fibringehalts im Blute, welcher bei Hunden 15 Tausendtheile, beim Menschen 3 Tausendtheile beträgt. Das fünfmal plastischere Hundeblut muss also anders der auflösenden Wirkung des Jodkaliums

---

*) Experimenta nonnulla de vi et effectu Kalii jodati in digestionem et nutritionem felium. Holtermann, Dorpati Livonorum 1851. — Meletemata de Kalio jodato conscr. Strauch, ibid. 1852.

widerstehen. Andererseits, da wir mit einer grösseren Anzahl von Thieren experementirten, als die Herren Holtermann und Strauch, beobachteten wir dabei nicht nur, dass die Art der Nahrung keinen Einfluss auf die Störung der Gesundheit der Thiere ausübe, was auch die Dorpater Doctoren bemerkten, sondern dass auch das Gewicht derselben nur von geringerer Bedeutung ist, denn bisweilen vertrug ein Hund der 15 bis 16 Kilogramme betrug, dieselbe Gabe Jodkalium weniger gut, als ein anderer von nur 8 bis 10 Kilogrammen.

Im Allgemeinen zeigten sich im Beginn unserer Versuche keine besonderen Störungen in der Gesundheit der Thiere, wenn die Gaben nicht 0,5 Gr. überstiegen. Erst nach Verlauf einer Woche, oft auch noch später, äusserten sich Verlust des Appetits, eitrige Schleimsecretion der Augen, Nasencatarrh, Schwäche und Zittern der Extremitäten, Diarrhöe, welche mehr oder weniger andauerte, und bald nach Einstellung des Mittels aufhörte. Wurde aber unter solchen Umständen das Jodkalium fortgesetzt, so erfolgte der Tod nach allgemeiner Erschöpfung und Abmagerung des Körpers. Von 7 Hunden verschiedenen Gewichts und Alters verloren wir 2 nach zwei und einer halben Woche, unter obigen Erscheinungen, und einen nach 3 Wochen. Bei zweien äusserten sich keine besonders heftigen Zufälle, und die Versuche mit ihnen wurden nach zwei Wochen ohne weitere Folgen eingestellt. Einem Hunde wurde, bei allgemeiner Erschöpfung und Diarrhöe, eine Gallenfistel operirt, um die Gegenwart des Jodkaliums zu constatiren. Das Thier überlebte die Operation nur drei Tage. Ein anderer Hund endlich erholte sich bald nach Einstellung der Versuche vollständig.

Wurde das Jodkalium von 0,5 Gr. bis zu 1 Gr. und mehr gegeben, so fehlten in keinem Falle, wenn nur kein Erbrechen entstand, die auffallendsten Störungen der Ernährung und der Tod erfolgte, bei allgemeiner Erschöpfung, nach 3 bis 5 Wochen. Dabei waren die obigen Zufälle, Affection der Conjunctiva oculorum (Chorioditis nach Jodkalium Gebrauch, wie es Dr. Labourdette in Paris im Cercle des sciences, 6. November 1857, mitgetheilt, bemerkten wir nie), der Schneiderschen Membran, Husten, Durchfall, Zittern der Extremitäten sehr heftig; desgleichen war es leicht, die Gegenwart des Jodes in allen normalen Excreten und Krankheitsprodukten, wie Schleim, Eiter etc. zu constatiren. (Die Milch haben wir nicht auf Jod geprüft; doch erlauben wir uns der Ansicht des Herrn Labourdette, dass Jod in der Milch desswegen schwer nachzuweisen, weil es darin mit organischen Substanzen verbunden sei, zu wiedersprechen. Der Grund die-

ser Schwierigkeit scheint uns vielmehr darin zu liegen, dass zum Nachweise des Jodes häufig Amylum allein angewendet wird, und man der Jodverbindung nicht zuvor Salpetersäure oder Chlor zusetzt, wo es dann allerdings klar wird, warum man es nicht nachzuweisen im Stande war). Diese krankhaften Erscheinungen waren bei jeder Art Nahrung von gleicher Intensität; auch konnten wir nicht bemerken, dass die Thiere ein Futter dem andern vorzogen. Verlust der Esslust war ein constantes Symptom der chronischen Jodkalium-Intoxication. Wir gaben dieses Präparat bis zur äussersten Erschöpfung der Thiere, worauf sie sich nicht mehr erholen konnten, obgleich das Mittel in den letzten Tagen vor dem Tode ausgesetzt wurde. In einem Falle, bei einem sehr erschöpften Hunde, stellten wir die Gaben nach dem Gebrauch von 27 Grammen (1 Gr. täglich) ein und es wurde an ihm eine Gallenblasenfistel operirt. Trotzdem erholte sich das Thier bald, die Fistel heilte und wir verloren es später aus dem Gesichte.

Bezüglich II. Bei den Leichenöffnungen der mit Jodkalium behandelten Thiere, vermissten wir die grellen Erscheinungen eines entzündlichen Zustandes des Magens und Darmkanals; nur in zwei Fällen, bei Kaninchen fanden wir fleckige Röthe mit kleinen Ecchymosen um den Pylorus; dagegen beobachteten wir nicht ein einziges mal Exsudate oder emphysematöse Auftreibungen in der Magenschleimhaut, wie Devergie. In den anderen Organen fanden wir selbst bei der acuten Jodkalium-Intoxication nichts Besonderes, so dass die Erscheinungen der Hyperämie, Veränderungen der Farbe, Consistenz oder sonstige Anomalien des Blutes, uns sehr erzwungen schienen.

Auch bei chronisch vergifteten Thieren bot die Leichenöffnung keine sehr charakteristischen Erscheinungen dar. Die Schleimhaut der Nasenhöhle und der Bronchien erschien bisweilen gedrungen und stellenweise mit röthlichen Punkten und Strichen besetzt. Die Schleimhaut des Magens und Darmkanals, erschien blass, blutleer*), bisweilen mit inselförmig injicirten Stellen, mitunter wie aufgelockert und mit dem Scalpelrücken leicht abzuschaben. In zwei Fällen bemerkten wir oberflächliche Ulcerationen des Darmes beim Uebergang des Duodenum ins Jejunum; in einem fanden sich solche auch im oberen Theile des Duodenum; — weder in den Peyer'schen noch in

*) Eine solche Blässe und Anämie der Schleimhaut beobachtete Rothamel bei der Section von Leichen mit Jodkalium saturirter Subjecte. (Heidelberger medic. Annalen 1844, X, 87.)

den isolirten Drüsen fanden wir etwas Besonderes. In allen übrigen Organen nichts Abnormes. Bei der Maceration verschiedener Eingeweide in Wasser, enthielt die Flüssigkeit constant eine sehr merkliche Quantitat Jodkalium; am auffallendsten bei der Maceration des Magens und Darmkanals. Nach der Verbrennung von Lungen, Herz, Gehirn, Muskeln, Sehnen, Knorpeln, Knochen, zeigte die Asche immer eine merkliche Quantität Jodverbindungen. Nur die Galle enthielt keine, obgleich die Leber dieselben ebenso deutlich zeigte, wie alle übrigen Organe.

Wenn wir jetzt die Resultate unserer Versuche an lebenden Thieren und die pathologisch-anatomischen Ergebnisse überblicken, und dieselben mit der Wirkung des Jods*) vergleichen, so gewinnen wir die Ueberzeugung, dass beide Mittel bei acuten Vergiftungen sich durchaus nicht gleichen, wesshalb wir auch die Ansicht Devergie's, welche er aus seinen Versuchen entnahm, nicht theilen können, dass nämlich:

1) Das Jodkalium als ein corrosives Gift betrachtet werden müsse;

2) Dass es sich in dieser Hinsicht dem Jod nähere, welches Orfila mit Recht, was auch Coindet dagegen sagen möge, zu den corrosiven Giften rechnet;

3) Dass es rücksichtlich der Alterationen die es hinterlässt, viel Analogie mit Jod hat;

4) Dass es, gleich vielen anderen Giften, die Eigenthümlichkeit hat, zwischen der Tunica mucosa und muscularis einen partiellen emphysematösen Zustand hervorzurufen, der die Tunica intima des Magens erhebt, und die, oben beschriebenen, Tumoren hervorbringt;

5) Dass es beständig zahlreiche und sehr grosse Ecchymosen hervorbringt, die eine so grosse Menge Blut enthalten, dass es daselbst coaguliren konnte;

6) Dass es, in den Magen gebracht, in Dosen von 1—2 Dr., je nach der Stärke des Thieres, den Tod nur in Folge von Magenentzündung hervorbringt;

7) Dass es in die Venen in sehr kleinen Dosen injicirt, den Tod in fast eben so kurzer Zeit verursacht, wie die Blausäure; und

*) Vgl. die Versuche von Orfila, Christison, die Beobachtungen Perrol's, Zink's etc. Einer von uns (Pelikan) kann sogar aus eigenen Versuchen bestätigen, dass das Jod zu den starken corrosiven Giften gehöre.

dass es alsdann Hirn und Rückenmark reizt und Convulsionen erregt *).

Folgendes waren die Schlüsse, welche wir uns aus unseren Experimenten zu ziehen erlaubten:

1) Das Jodkalium in kleineren Gaben zu 0,4 Gr. bis 0,3 Gr. Hunden und Kaninchen beigebracht, bringt gar keine Störung ihrer Ernährung hervor, selbst wenn die Versuche längere Zeit fortgesetzt werden, so dass es in dieser Beziehung gleich anderen amphiden und haloiden alkalischen Salzen wirkt, wie schwefelsaure, phosphorsaure, essigsaure, salzsaure Mittelsalze u. dgl. Diese Gaben würden dagegen bereits toxisch wirken, wenn das Jodkalium zu den corrosiven Giften gehörte.

2) Selbst grössere Dosen von 0,5 Gr. bis 1 Gr. äussern erst nach längerem Gebrauche (à la longue) einen schädlichen Einfluss auf den Organismus der Thiere; doch auch unter solchen Umständen sehen wir keine heftige oder scharfe Einwirkung, welche nur einigermassen der Wirkung der reinen Jodine gleichkäme; Störungen der Ernährung mit Affection des Magens und Darmkanals, können aber in ähnlicher Weise, durch den anhaltenden Gebrauch aller obigen Salze, in grösserer Gaben und concentrirten Lösungen hervorgebracht werden, — wie es jedem praktischen Arzte hinlänglich bekannt ist.

3) In Dosen von 2 Gr. bis zu 3,4 — 7,5 Gr. wirkt das Jodkalium tödtlich auf Kaninchen, bei Hunden jedoch nur als Brechmittel, ohne gefährliche Folgen zu hinterlassen, die Fälle ausgenommen, wo man den Thieren die Speiseröhre unterband und auch da nicht unbedingt (wie bereits oben erwiesen wurde).

4) Die örtlichen Erscheinungen in den Thierleichen gestatten uns keineswegs das Jodkalium für ein scharfes corrosives Mittel zu halten, und noch weniger für ein Specificum für Hirn und Rückenmark.

5) Bei der äusseren Anwendung des Jodkaliums, namentlich bei der Einspritzung der Solution ins Zellgewebe, oder deren Application auf wunde Stellen, bewirkte es weder eine örtliche Corrosion, noch sonst einen schädlichen Einfluss auf die Säftemasse.

---

*) Da wir Devergie's Abhandlung in den Archives générales T. X, 1826, nicht zur Hand hatten, so haben wir die Beschreibung seiner Experimente aus J. Frank's Magazin für physiologische und klinische Arzneimittellehre und Toxikologie, Bd. III, S. 189—201, 1851, entnommen.

6) Hieraus folgt, dass das Jodkalium sich ebenso zur Jodine verhält, wie das ihm nahestehende Bromkalium zum Brom. *)

Bezüglich III. Die chemische Untersuchung der verschiedenen Ausscheidungen, Ausleerungen und Krankheitsprodukte, sowohl bei Menschen, welche Jodkalium eingenommen hatten, als auch bei Thieren, ergab uns, dass Jodkalium innerlich genommen, sich nachher als alkalische Verbindung und zwar vorzugsweise im primitiven Zustande (als Jodkalium oder Jodnatrium) in allen Flüssigkeiten, in welchen im Normalzustande sich Chlorverbindungen auffinden lassen, vorfindet; desshalb findet es sich am ergiebigsten im Speichel und Harn. Wir fanden es aber auch im Nasen- und Augenschleim, Eiter und in den Thränen; nur Spuren davon im venösen und arteriellen Blute und nicht ein einzigesmal in der Galle. Bei allen unseren qualitativen Analysen benutzten wir die Reaction auf Amylum mit Zusatz einiger Tropfen rauchender Salpetersäure. Die Reaction mit Chlor und Chloroform haben wir auch angewandt, fanden sie aber weniger empfindlich als die vorhergehende Probe. Im Harne zeigte sich das Jodkalium gewöhnlich ziemlich rasch, nach 30, 20 ja bisweilen schon nach 15 und sogar 10 Minuten, je nach der Dosis, so dass, je grösser die Gabe, desto schneller zeigte sich und desto länger dauerte die Ausscheidung des Jodkaliums im Harne. Gaben von 0,1 Gr. bis 0,2 Gr. wiesen sich noch deutlich nach 48 Stunden aus; Gaben von 0,5 und 0,4 Gr. konnte man noch nach 4 Tagen entdecken. Wir haben nicht immer die quantitativen Bestimmungen gemacht, daher wir auch nicht mit Gewissheit entscheiden können, ob die Meinung jener Experimentatoren richtig sei, welche behaupten, dass fast die ganze Quantität des eingenommenen Jodkaliums im Urin ausgeschieden werde. **) Im Harne der Menschen und Thiere, welche Jodkalium erhalten hatten, bemerkten wir keine besondere Veränderung, weder hinsichtlich des Wassers, des Harnstoffs, der Harnsäure, noch der Salze. In anderen Ausscheidungen, dem Nasen- und Augenschleim, den Thränen, erwies sich die Gegenwart des Jod-

*) Ausser den neuesten, übrigens nicht vollkommen übereinstimmenden Experimenten über das Bromkalium, berufen wir uns hier auf die Versuche Holtermann's und eines von uns (Pelikan), welche beweisen, dass das Bromkalium in mässigen Gaben zu 0,5 Gr. schwächer als das Jodkalium wirke. Wer kennt aber nicht die scharfen, corrosiven Eigenschaften des reinen Broms? (Vgl. hierüber die Versuche von Franz, Honer, Devergie, Barthez und besonders Höring.)

**) Scharlau sah, dass bei einem Individuum, welches täglich 3,50 Gr. Jodkalium nahm, 3,45 Gr. im Harn ausgeschieden wurden.

kaliums später als im Harn, begleitete aber constant die Reizung und vermehrte Absonderung der Schleimhäute und verschwand gewöhnlich einige Tage, nach eingestelltem Gebrauch des Jodkaliums. Im Speichel war es schwerer zu bestimmen, wie bald die Ausscheidung des Jodkaliums erfolgte, denn wurde er bald nach dem Einnehmen untersucht, so haftete das Jodkalium an den Wandungen der Mundhöhle und das sorgfältigste Ausspühlen desselben, konnte die Spuren des Mittels nicht vernichten; dagegen konnte man schon nach einigen Minuten die Anwesenheit einer Jodverbindung im Speichel constatiren, wenn KJ in die Venen oder in's Rectum injicirt wurde. Was die festen Excremente, z. B. die Faeces anbetrifft, so konnten wir in denselben nie bedeutende Quantitäten von Jodverbindungen nachweisen, bisweilen selbst gar keine, während im Harn immer grosse Quantitäten erschienen.*)

Bezüglich IV. Bei der äusserlichen Anwendung des Jodkaliums auf die unverletzten Bedeckungen, wandten wir concentrirte Wasserlösungen desselben und Salben an; letztere bestanden aus 4 bis 8 Gr. in destillirtem Wasser gelöst, und mit 30 Gr. Fett verrieben, desgleichen in 4 Gr. in Alkohol gelösten Jodkaliums mit 30 Gr. Fett, endlich eine Mischung von 4 Gr. Jodkalium mit Glycerin. Stets gebrauchten wir nur frisch bereitete Salben oder Solutionen und machten die Einreibungen an verschiedenen Körpertheilen in der Nähe von Drüsen und Lymphgefässen, an Geschwülsten und auf grosse Strecken der Integumente, z. B. in den ganzen Unterleib. Trotz der sorgfältigsten Untersuchung des Harnes nach jeder Einreibung gelang es uns kein einziges Mal, auch nur Spuren einer Jodverbindung in demselben zu finden. Dagegen ergaben sich, bei der äusseren Anwendung der Jodtinktur, oder von Salben aus Jodkalium mit Jod, oder von Jodschwefel, oder endlich der neuerdings von Richter vorgeschlagenen Salbe aus gleichen Theilen Jodkalium und Jod mit Glycerin, — in den meisten Fällen eine merkliche Ausscheidung von Jod im Harn, jedoch weit später als bei der inneren Anwendung des Jodkaliums. Wenn wir annehmen, dass die Wirkung der Jodverbindungen durch ihren Eintritt ins Blut und Wiederausscheidung im Harn bezeichnet wird, so drängt sich uns folgender Schluss auf: In allen äusseren Anwendungsarten des Jods auf die unverletzten Integumente

*) Sollte hieraus nicht der praktische Schluss zu folgern sein, dass man gewöhnlich die Dosen des Jodkaliums zu häufig wiederholt, indem selbst mässige Gaben 48 Stunden nachwirken.

dient das Jodkalium nur zur Auflösung der Jodine, folglich lassen alle wirksamen Salben die nur aus Jodkalium und Fett bestehen, die Aufsaugung des Jods nur dann zu, wenn sie mit der Zeit oxydirt werden und einen Theil des freigewordenen Jods ausscheiden, welcher sich dann in dem übrigen Jodkalium auflöst. Bei der Application des Jodkaliums in Solution oder Salbenform auf Wunden, Geschwüre oder seröse Membranen, folgt Absorbtion, jedoch in geringerem Grade, als beim reinen Jod.

Bezüglich V. Viele praktische Aerzte sind bisher der Meinung, dass das Jodkalium innerlich gebraucht, durch den sauren Magensaft oder einen besonderen katalytischen Prozess eine Zersetzung erleide*) und dass dadurch Jod oder Jodwasserstoffsäure in den ersten Wegen frei werde. In der That aber findet eine solche Zersetzung nicht Statt, sondern es bildet sich ebenfalls eine doppelte Zersetung, wenn im Magen Chlorverbindungen (z. B. Chloruatrium) zugegen sind; in diesem Falle kann sich Chlorkalium und Jodnatrium bilden. Sogar reines Jod, oder Jodamylum, wie die Beobachtungen Buchanan's, Quesneville's u. a. beweisen, werden in den ersten Wegen rasch in alkalische Jodverbindungen umgewandelt und als solche im Harn ausgeschieden, während in den Excrementen auch keine Spur von Jod oder dessen mechanischer Verbindung mit Amylum aufzufinden ist. Man muss noch bedenken, dass der Verdauungsakt mit bedeutender Desoxydation verbunden ist (so dass z. B. schwefelsaure Salze in Schwefelmetalle umgewandelt werden) und man wird die einfache Ursache dieser Erscheinung leicht begreifen. Unsere Experimente an Hunden bestätigen dieses in vollstem Masse.

Wir gaben einem Hunde 2 Grammen Jodkalium mit 60 Grammen Amylumkleister gemischt ein, und tödteten ihn nach 3 Stunden durch Strangulation. Bei der Eröffnung des Magens, zeigte sich auch keine Spur von Jodreaction auf Amylum, während derselbe noch bedeutende Quantitäten Jodkalium enthielt, wovon wir uns, durch Zutröpfeln von Acid. nitr. fumans in den Speisebrei, überzeugten. Einem anderen Hunde brachten wir eine gleiche Mischung von Jodkalium mit Amylumkleister bei, und 20 Minuten darauf etwa 20 Grammen mit Chlor saturirten Wassers. Zwei Stunden später wurde das Thier durch einige Tropfen Nicotin getödtet (welche auf die Zunge gestrichen schon nach 3 Minuten den Tod bewirkten). Bei Eröffnung

---

*) Diese Ansicht vertrat besonders Scharlau (Casper's Wochenschrift 1842, Nr. 27)

des Magens vermissten wir auch hier die charakteristische Reaction des Jods auf Amylum, während ein Zusatz desselben Chlorwassers diese Reaction augenblicklich im Speisebrei und an den Magenwänden, welche mit Jodkalium imbibirt waren, hervorrief. Hieraus erhellt: dass das freie Jod, während der Verdauung, sich mit den alkalischen Metallen verbindet und solcher Gestalt in den Organismus eindringt und aus demselben ausgeschieden wird; ferner, dass das Jodkalium der oxydirenden Einwirkung des Magensafts, oder anderer in den ersten Wegen enthaltener Säuren, nicht unterliegt.

Bezüglich VI. Was endlich die Frage von der Diät, welche die Kranken beim Gebrauch des Jodkaliums zu beobachten haben, betrifft (ob sie nämlich hauptsächlich in Fleischkost oder amylumhaltiger Nahrung bestehen soll), so haben uns unsere Versuche zu folgenden Resultaten geführt:

1) Subjekte, welche anhaltend Jodkalium brauchten, schieden dasselbe in ganz gleicher Weise, in bedeutenden Quantitäten im Harn und anderen Secretionen aus, sie mochten sich an eine Fleisch- oder Amylumdiät halten, — und in beiden Fällen liess sich nur eine geringe Menge von Jodverbindungen in den Excrementen nachweisen.

2) Dasselbe beobachteten wir auch an Thieren, denen wir Jodkalium-Lösungen beibrachten, nämlich gar keinen Unterschied bei Fleisch- oder Amylum-Kost.

3) Die Störung der Ernährung hing nicht sowohl von der Art der Nahrung, als von dem Präparate selbst ab; denn sie glich sich gewöhnlich bald nach Einstellung der Versuche, und zwar bei Fortsetzung derselben Nahrung, aus.

4) Es versteht sich von selbst, dass, da sich das Jod im Verdauungsapparate nicht aus seiner Verbindung mit alkalischen Metallen ausscheidet, auch das Amylum, trotz der Meinung einiger Praktiker, keinen Einfluss auf den Chemismus des Jodkaliums ausüben kann. Es kann aber als ein schleimiges einhüllendes, den Reizzustand des Darmkanals milderndes Mittel betrachtet werden.

5) Da indess das Jodkalium meist an Scrofulosis, an Syphilis und anderen Dyscrasien leidenden Kranken (folglich solchen, die eine leichte aber nahrhafte Kost brauchen) verordnet wird, so glauben wir, dass schon desshalb die schwerverdauliche Amylumkost der leichten Fleischnahrung, oder auch einer mehr plastischen (proteinhaltigen) Pflanzenkost nachstehen müsse.

dient das Jodkalium nur zur Auflösung der Jodine, folglich lassen alle wirksamen Salben die nur aus Jodkalium und Fett bestehen, die Aufsaugung des Jods nur dann zu, wenn sie mit der Zeit oxydirt werden und einen Theil des freigewordenen Jods ausscheiden, welcher sich dann in dem übrigen Jodkalium auflöst. Bei der Application des Jodkaliums in Solution oder Salbenform auf Wunden, Geschwüre oder seröse Membranen, folgt Absorbtion, jedoch in geringerem Grade, als beim reinen Jod.

Bezüglich V. Viele praktische Aerzte sind bisher der Meinung, dass das Jodkalium innerlich gebraucht, durch den sauren Magensaft oder einen besonderen katalytischen Prozess eine Zersetzung erleide*) und dass dadurch Jod oder Jodwasserstoffsäure in den ersten Wegen frei werde. In der That aber findet eine solche Zersetzung nicht Statt, sondern es bildet sich ebenfalls eine doppelte Zersetung, wenn im Magen Chlorverbindungen (z. B. Chloruatrium) zugegen sind; in diesem Falle kann sich Chlorkalium und Jodnatrium bilden. Sogar reines Jod, oder Jodamylum, wie die Beobachtungen Buchanan's, Quesneville's u. a. beweisen, werden in den ersten Wegen rasch in alkalische Jodverbindungen umgewandelt und als solche im Harn ausgeschieden, während in den Excrementen auch keine Spur von Jod oder dessen mechanischer Verbindung mit Amylum aufzufinden ist. Man muss noch bedenken, dass der Verdauungsakt mit bedeutender Desoxydation verbunden ist (so dass z. B. schwefelsaure Salze in Schwefelmetalle umgewandelt werden) und man wird die einfache Ursache dieser Erscheinung leicht begreifen. Unsere Experimente an Hunden bestätigen dieses in vollstem Masse.

Wir gaben einem Hunde 2 Grammen Jodkalium mit 60 Grammen Amylumkleister gemischt ein, und tödteten ihn nach 3 Stunden durch Strangulation. Bei der Eröffnung des Magens, zeigte sich auch keine Spur von Jodreaction auf Amylum, während derselbe noch bedeutende Quantitäten Jodkalium enthielt, wovon wir uns, durch Zutröpfeln von Acid. nitr. fumans in den Speisebrei, überzeugten. Einem anderen Hunde brachten wir eine gleiche Mischung von Jodkalium mit Amylumkleister bei, und 20 Minuten darauf etwa 20 Grammen mit Chlor saturirten Wassers. Zwei Stunden später wurde das Thier durch einige Tropfen Nicotin getödtet (welche auf die Zunge gestrichen schon nach 3 Minuten den Tod bewirkten). Bei Eröffnung

*) Diese Ansicht vertrat besonders Scharlau (Casper's Wochenschrift 1842, Nr. 27)

des Magens vermissten wir auch hier die charakteristische Reaction des Jods auf Amylum, während ein Zusatz desselben Chlorwassers diese Reaction augenblicklich im Speisebrei und an den Magenwänden, welche mit Jodkalium imbibirt waren, hervorrief. Hieraus erhellt: dass das freie Jod, während der Verdauung, sich mit den alkalischen Metallen verbindet und solcher Gestalt in den Organismus eindringt und aus demselben ausgeschieden wird; ferner, dass das Jodkalium der oxydirenden Einwirkung des Magensafts, oder anderer in den ersten Wegen enthaltener Säuren, nicht unterliegt.

Bezüglich VI. Was endlich die Frage von der Diät, welche die Kranken beim Gebrauch des Jodkaliums zu beobachten haben, betrifft (ob sie nämlich hauptsächlich in Fleischkost oder amylumhaltiger Nahrung bestehen soll), so haben uns unsere Versuche zu folgenden Resultaten geführt:

1) Subjekte, welche anhaltend Jodkalium brauchten, schieden dasselbe in ganz gleicher Weise, in bedeutenden Quantitäten im Harn und anderen Secretionen aus, sie mochten sich an eine Fleisch- oder Amylumdiät halten, — und in beiden Fällen liess sich nur eine geringe Menge von Jodverbindungen in den Excrementen nachweisen.

2) Dasselbe beobachteten wir auch an Thieren, denen wir Jodkalium-Lösungen beibrachten, nämlich gar keinen Unterschied bei Fleisch- oder Amylum-Kost.

3) Die Störung der Ernährung hing nicht sowohl von der Art der Nahrung, als von dem Präparate selbst ab; denn sie glich sich gewöhnlich bald nach Einstellung der Versuche, und zwar bei Fortsetzung derselben Nahrung, aus.

4) Es versteht sich von selbst, dass, da sich das Jod im Verdauungsapparate nicht aus seiner Verbindung mit alkalischen Metallen ausscheidet, auch das Amylum, trotz der Meinung einiger Praktiker, keinen Einfluss auf den Chemismus des Jodkaliums ausüben kann. Es kann aber als ein schleimiges einhüllendes, den Reizzustand des Darmkanals milderndes Mittel betrachtet werden.

5) Da indess das Jodkalium meist an Scrofulosis, an Syphilis und anderen Dyscrasien leidenden Kranken (folglich solchen, die eine leichte aber nahrhafte Kost brauchen) verordnet wird, so glauben wir, dass schon desshalb die schwerverdauliche Amylumkost der leichten Fleischnahrung, oder auch einer mehr plastischen (proteinhaltigen) Pflanzenkost nachstehen müsse.

---

dient das Jodkalium nur zur Auflösung der Jodine, folglich lassen alle wirksamen Salben die nur aus Jodkalium und Fett bestehen, die Aufsaugung des Jods nur dann zu, wenn sie mit der Zeit oxydirt werden und einen Theil des freigewordenen Jods ausscheiden, welcher sich dann in dem übrigen Jodkalium auflöst. Bei der Application des Jodkaliums in Solution oder Salbenform auf Wunden, Geschwüre oder seröse Membranen, folgt Absorbtion, jedoch in geringerem Grade, als beim reinen Jod.

Bezüglich V. Viele praktische Aerzte sind bisher der Meinung, dass das Jodkalium innerlich gebraucht, durch den sauren Magensaft oder einen besonderen katalytischen Prozess eine Zersetzung erleide*) und dass dadurch Jod oder Jodwasserstoffsäure in den ersten Wegen frei werde. In der That aber findet eine solche Zersetzung nicht Statt, sondern es bildet sich ebenfalls eine doppelte Zersetung, wenn im Magen Chlorverbindungen (z. B. Chloruatrium) zugegen sind; in diesem Falle kann sich Chlorkalium und Jodnatrium bilden. Sogar reines Jod, oder Jodamylum, wie die Beobachtungen Buchanan's, Quesneville's u. a. beweisen, werden in den ersten Wegen rasch in alkalische Jodverbindungen umgewandelt und als solche im Harn ausgeschieden, während in den Excrementen auch keine Spur von Jod oder dessen mechanischer Verbindung mit Amylum aufzufinden ist. Man muss noch bedenken, dass der Verdauungsakt mit bedeutender Desoxydation verbunden ist (so dass z. B. schwefelsaure Salze in Schwefelmetalle umgewandelt werden) und man wird die einfache Ursache dieser Erscheinung leicht begreifen. Unsere Experimente an Hunden bestätigen dieses in vollstem Masse.

Wir gaben einem Hunde 2 Grammen Jodkalium mit 60 Grammen Amylumkleister gemischt ein, und tödteten ihn nach 3 Stunden durch Strangulation. Bei der Eröffnung des Magens, zeigte sich auch keine Spur von Jodreaction auf Amylum, während derselbe noch bedeutende Quantitäten Jodkalium enthielt, wovon wir uns, durch Zutröpfeln von Acid. nitr. fumans in den Speisebrei, überzeugten. Einem anderen Hunde brachten wir eine gleiche Mischung von Jodkalium mit Amylumkleister bei, und 20 Minuten darauf etwa 20 Grammen mit Chlor saturirten Wassers. Zwei Stunden später wurde das Thier durch einige Tropfen Nicotin getödtet (welche auf die Zunge gestrichen schon nach 3 Minuten den Tod bewirkten). Bei Eröffnung

*) Diese Ansicht vertrat besonders Scharlau (Casper's Wochenschrift 1842, Nr. 27)

des Magens vermissten wir auch hier die charakteristische Reaction des Jods auf Amylum, während ein Zusatz desselben Chlorwassers diese Reaction augenblicklich im Speisebrei und an den Magenwänden, welche mit Jodkalium imbibirt waren, hervorrief. Hieraus erhellt: dass das freie Jod, während der Verdauung, sich mit den alkalischen Metallen verbindet und solcher Gestalt in den Organismus eindringt und aus demselben ausgeschieden wird; ferner, dass das Jodkalium der oxydirenden Einwirkung des Magensafts, oder anderer in den ersten Wegen enthaltener Säuren, nicht unterliegt.

Bezüglich VI. Was endlich die Frage von der Diät, welche die Kranken beim Gebrauch des Jodkaliums zu beobachten haben, betrifft (ob sie nämlich hauptsächlich in Fleischkost oder amylumhaltiger Nahrung bestehen soll), so haben uns unsere Versuche zu folgenden Resultaten geführt:

1) Subjekte, welche anhaltend Jodkalium brauchten, schieden dasselbe in ganz gleicher Weise, in bedeutenden Quantitäten im Harn und anderen Secretionen aus, sie mochten sich an eine Fleisch- oder Amylumdiät halten, — und in beiden Fällen liess sich nur eine geringe Menge von Jodverbindungen in den Excrementen nachweisen.

2) Dasselbe beobachteten wir auch an Thieren, denen wir Jodkalium-Lösungen beibrachten, nämlich gar keinen Unterschied bei Fleisch- oder Amylum-Kost.

3) Die Störung der Ernährung hing nicht sowohl von der Art der Nahrung, als von dem Präparate selbst ab; denn sie glich sich gewöhnlich bald nach Einstellung der Versuche, und zwar bei Fortsetzung derselben Nahrung, aus.

4) Es versteht sich von selbst, dass, da sich das Jod im Verdauungsapparate nicht aus seiner Verbindung mit alkalischen Metallen ausscheidet, auch das Amylum, trotz der Meinung einiger Praktiker, keinen Einfluss auf den Chemismus des Jodkaliums ausüben kann. Es kann aber als ein schleimiges einhüllendes, den Reizzustand des Darmkanals milderndes Mittel betrachtet werden.

5) Da indess das Jodkalium meist an Scrofulosis, an Syphilis und anderen Dyscrasien leidenden Kranken (folglich solchen, die eine leichte aber nahrhafte Kost brauchen) verordnet wird, so glauben wir, dass schon desshalb die schwerverdauliche Amylumkost der leichten Fleischnahrung, oder auch einer mehr plastischen (proteinhaltigen) Pflanzenkost nachstehen müsse.

dient das Jodkalium nur zur Auflösung der Jodine, folglich lassen alle wirksamen Salben die nur aus Jodkalium und Fett bestehen, die Aufsaugung des Jods nur dann zu, wenn sie mit der Zeit oxydirt werden und einen Theil des freigewordenen Jods ausscheiden, welcher sich dann in dem übrigen Jodkalium auflöst. Bei der Application des Jodkaliums in Solution oder Salbenform auf Wunden, Geschwüre oder seröse Membranen, folgt Absorbtion, jedoch in geringerem Grade, als beim reinen Jod.

Bezüglich V. Viele praktische Aerzte sind bisher der Meinung, dass das Jodkalium innerlich gebraucht, durch den sauren Magensaft oder einen besonderen katalytischen Prozess eine Zersetzung erleide*) und dass dadurch Jod oder Jodwasserstoffsäure in den ersten Wegen frei werde. In der That aber findet eine solche Zersetzung nicht Statt, sondern es bildet sich ebenfalls eine doppelte Zersetung, wenn im Magen Chlorverbindungen (z. B. Chloruatrium) zugegen sind; in diesem Falle kann sich Chlorkalium und Jodnatrium bilden. Sogar reines Jod, oder Jodamylum, wie die Beobachtungen Buchanan's, Quesneville's u. a. beweisen, werden in den ersten Wegen rasch in alkalische Jodverbindungen umgewandelt und als solche im Harn ausgeschieden, während in den Excrementen auch keine Spur von Jod oder dessen mechanischer Verbindung mit Amylum aufzufinden ist. Man muss noch bedenken, dass der Verdauungsakt mit bedeutender Desoxydation verbunden ist (so dass z. B. schwefelsaure Salze in Schwefelmetalle umgewandelt werden) und man wird die einfache Ursache dieser Erscheinung leicht begreifen. Unsere Experimente an Hunden bestätigen dieses in vollstem Masse.

Wir gaben einem Hunde 2 Grammen Jodkalium mit 60 Grammen Amylumkleister gemischt ein, und tödteten ihn nach 3 Stunden durch Strangulation. Bei der Eröffnung des Magens, zeigte sich auch keine Spur von Jodreaction auf Amylum, während derselbe noch bedeutende Quantitäten Jodkalium enthielt, wovon wir uns, durch Zutröpfeln von Acid. nitr. fumans in den Speisebrei, überzeugten. Einem anderen Hunde brachten wir eine gleiche Mischung von Jodkalium mit Amylumkleister bei, und 20 Minuten darauf etwa 20 Grammen mit Chlor saturirten Wassers. Zwei Stunden später wurde das Thier durch einige Tropfen Nicotin getödtet (welche auf die Zunge gestrichen schon nach 3 Minuten den Tod bewirkten). Bei Eröffnung

*) Diese Ansicht vertrat besonders Scharlau (Casper's Wochenschrift 1842, Nr. 27)

des Magens vermissten wir auch hier die charakteristische Reaction des Jods auf Amylum, während ein Zusatz desselben Chlorwassers diese Reaction augenblicklich im Speisebrei und an den Magenwänden, welche mit Jodkalium imbibirt waren, hervorrief. Hieraus erhellt: dass das freie Jod, während der Verdauung, sich mit den alkalischen Metallen verbindet und solcher Gestalt in den Organismus eindringt und aus demselben ausgeschieden wird; ferner, dass das Jodkalium der oxydirenden Einwirkung des Magensafts, oder anderer in den ersten Wegen enthaltener Säuren, nicht unterliegt.

Bezüglich VI. Was endlich die Frage von der Diät, welche die Kranken beim Gebrauch des Jodkaliums zu beobachten haben, betrifft (ob sie nämlich hauptsächlich in Fleischkost oder amylumhaltiger Nahrung bestehen soll), so haben uns unsere Versuche zu folgenden Resultaten geführt:

1) Subjekte, welche anhaltend Jodkalium brauchten, schieden dasselbe in ganz gleicher Weise, in bedeutenden Quantitäten im Harn und anderen Secretionen aus, sie mochten sich an eine Fleisch- oder Amylumdiät halten, — und in beiden Fällen liess sich nur eine geringe Menge von Jodverbindungen in den Excrementen nachweisen.

2) Dasselbe beobachteten wir auch an Thieren, denen wir Jodkalium-Lösungen beibrachten, nämlich gar keinen Unterschied bei Fleisch- oder Amylum-Kost.

3) Die Störung der Ernährung hing nicht sowohl von der Art der Nahrung, als von dem Präparate selbst ab; denn sie glich sich gewöhnlich bald nach Einstellung der Versuche, und zwar bei Fortsetzung derselben Nahrung, aus.

4) Es versteht sich von selbst, dass, da sich das Jod im Verdauungsapparate nicht aus seiner Verbindung mit alkalischen Metallen ausscheidet, auch das Amylum, trotz der Meinung einiger Praktiker, keinen Einfluss auf den Chemismus des Jodkaliums ausüben kann. Es kann aber als ein schleimiges einhüllendes, den Reizzustand des Darmkanals milderndes Mittel betrachtet werden.

5) Da indess das Jodkalium meist an Scrofulosis, an Syphilis und anderen Dyscrasien leidenden Kranken (folglich solchen, die eine leichte aber nahrhafte Kost brauchen) verordnet wird, so glauben wir, dass schon desshalb die schwerverdauliche Amylumkost der leichten Fleischnahrung, oder auch einer mehr plastischen (proteinhaltigen) Pflanzenkost nachstehen müsse.

---

beide Compressen Platinplatten und bringt die Seite, wo das Jod liegt, mit dem negativen, die Seite, wo die Stärke sich befindet, mit dem positiven Säulenpole in Verbindung und alsbald wird der Stärkekleister gebläut. *) Ich selbst habe diese Versuche vielfach wiederholt und in meiner Schrift über den Kropf mitgetheilt. Der Strom führt schon die Stoffe mit sich fort, aus welchen die Säule aufgebaut ist (!!?); am sichersten und stärksten ist aber die Wirkung, wenn man die flüssige Arzneisubstanz als Elektrolyt zwischen die beiden Säulenpole bringt. Dieses meine Erfahrung."

Klencke hat nun seine Versuche noch weiter ausgedehnt: er leitete Tartarus stibiatus durch den Körper und erregte Erbrechen; bei einer Säule von 60 Elementen legte er Zinnober auf die Hohlhand, eine Eisenplatte auf den Handrücken und erhielt dort Schwefeleisen, oder er legte Quecksilberamalgam in die Hohlhand und Schwefel auf den Handrücken und erhielt Zinnober. So wurden auch Pflanzenalkaloide, Morphin, Strychnin eingeleitet, so wie Aqua strumalis, indem man die Säule damit aufbaute u. s. w.

Ausser diesen Beobachtungen über den Durchgang verschiedener Stoffe durch den Körper vermittelst des galvanischen Stromes, könnten wir noch viele andere, mündlich uns von Praktikern mitgetheilte anführen; überhaupt ist der Glaube an das schnelle Durchgehen, besonders des Jods, mit dem am meisten experimentirt wurde, unter vielen Aerzten verbreitet. So erzählte Hr. Pirogoff unlängst einem

---

*) Wir wollen hier eine von Klencke selbst (in Wiener Zeitschrift der K. K. Gesellschaft etc. 1844, Bd. I H. 2, p. 175—180) mitgetheilten Fall anführen, weil seine Einzelheiten sich von dem Heidenreich'schen ein wenig unterscheiden: „Eine junge Dame hatte ein Ganglion von der Grösse eines kleines Hühnereies gerade in dem Ellenbogenbuge, das gerade an dem fibrösen Fortsatze sitzen musste, welcher von der Scheide des Vorderarms sich an die Sehne des Biceps knüpft und wobei die Vena mediana, abnorm vergrössert, über die Geschwulst lief, während die Art. brachialis und der Nervus medianus unter der Geschwulst lagen. Die obere Fläche der Geschwulst wurde mit einer Compresse bedeckt, die mit einer Jodkaliumlösung getränkt war, während eine andere, als Probe mit Amylumlösung getränkte, auf die hintere Seite des Oberarms, gleich über dem Olecranon applicirt wurde; beide Compressen mit einer Platinplatte bedeckt und mit den Elektroden einer liegenden galvanischen Säule (aus 15, im Quadrat 2 Zoll haltenden, Doppelplatten von Zink und Kupfer bestehend) in Verbindung gebracht, indem die Zinkelektrode auf die Jodcompresse zu liegen kam. Nach 20 Secunden sah man schon eine bläuliche Färbung der Amylumcompresse, während die Patientin nur das Gefühl eines leichten Prickelns in der Umgegend der Geschwulst hatte. . . . ." Die Sitzungen wiederholte man bei der Kranken einige Male und sie genas nach Verlauf von 5 Wochen.

von uns (Pelikan), dass, nachdem von ihm Jodkalium durch eine Kropfgeschwulst geleitet wurde, er sich von schnellen Durchgehen des Jods nicht allein durch die eigenthümliche Färbung des Amylums am entgegengesetzten Pole, sondern auch durch den bittern Geschmack, welchen der Patient empfand, überzeugte; dieser Geschmack wird (wie Hr. Pirogoff bemerkte) oft bei der Resorbtion des Jods in dem Körper selbst durch andere Wege gleichfalls empfunden.

Selbst Du Bois-Reymond, einer der gewissenhaftesten Forscher im Bereiche der thierischen Elektricität, scheint zu der Zahl derer zu gehören, welche an die galvanische Leitung verschiedener Stoffe in den Körper unbedingt glauben, so viel man aus seinen eigenen Worten schliessen kann: . . . . . „Ich habe bereits vor langer Zeit einmal beim Schliessen einer Grove'schen Kette durch Jodkaliumlösung und einen stromprüfenden Froschschenkel, dessen Nerv am positiven Pol auflag, die schwarze Färbung an der Berührungsstelle von Nerv und Platin erscheinen sehen. Leider habe ich mich damals zu überzeugen versäumt, ob der Nerv, nachdem er dem elektronegativen Stoffe den Durchgang verstattet hatte, noch fähig war, Zuckungen in den zugehörigen Muskeln zu erregen. Fabré-Palaprat hat übrigens ähnliche Versuche gleichfalls mit Jodkalium am lebenden Menschen angestellt, wobei er heilkünstlerische Zwecke im Auge hielt. *)

Bei unseren ersten Experimenten verfuhren wir wie Dr. Heidenreich, Klencke und A.; wir applicirten nämlich am Kathoden eine mit Jodkaliumlösung oder mit Jodtinktur getränkte Compresse, und am Anoden eine andere mit Amylumkleister getränkt; beide Elektroden bestanden aus Platinplatten, welche mit 6—12 Grove'schen oder Daniell'schen Elementen, nicht aber mit einer Voltaischen Säule (Rossi, Klencke u. A.) communicirten. Wir legten die Elektroden verschiedenen Stellen des Körpers an, so z. B. bei Menschen an die entgegengesetzten Oberarme und Vorderarme (an die äussere Seite), an die Dorsal- und Volarfläche des Vorderarms, an die Volar- und Dorsalfläche der Hand; bei Leichen an den Ober- und Unterschenkel derselben Seite, an die vordere und hintere Fläche des Unterschenkels, an den oberen und unteren Theil des Vorderarms; bei Hunden an Rücken und Bauch, an den Bauch und die untere Fläche des Unterschenkels u. s. w. Nachdem wir uns zuerst überzeugt, dass

---

*) Untersuchungen über thierische Elektricität. Bd. I. S. 444.

der Strom durchgehe, schlossen wir die Kette, und hielten sie geschlossen bei Menschen: 10, 30 bis 45 Minuten und sogar eine Stunde; bei Hunden 3 bis 6 Stunden und bei Leichen: 12, 24 und 48 Stunden, wobei wir natürlich während dieser Zeit die Elemente wechselten, wenn ihre Wirkung geschwächt war. Nachdem wir auf solche Weise 43 Experimente an Menschen, 27 an Hunden und 6 an Leichen angestellt, bemerken wir in der That in einigen Fällen die Reaction des Jods auf der Amylumcompresse am Anoden (9 mal bei Menschen, 6 mal bei Hunden, bei Leichen aber kein einziges Mal). Bei fernerer Analyse dieser Reaction erwies sich aber, dass sie nicht in Folge des Durchgangs des Jods durch den Körper, sondern, ganz einfach, dadurch hervorgebracht wurde, dass das Jodkalium zufällig dem Amylumkleister beigemischt wurde: denn auf derselben Compresse beim Anoden, als man diesen vom Körper weggenommen, brachte ein hinzugefügter Tropfen rauchender Salpetersäure die charakteristische Reaction des Jods auf Amylum hervor; es ging hier folglich nicht das Jod zum Anoden über, sondern es fand eine zufällige Beimischung von Jodkalium statt. Nach Abnahme der Elektroden fühlten die dem Experimente unterworfenen Personen einen lokalen Schmerz und Zuckungen in den nahegelegenen Muskeln; zuweilen klagten sie auch, während der Schliessung der Kette, über brennenden Schmerz, besonders am Kathoden, wobei nach Wegnahme des Apparats Röthe, unbedeutende Erosionen, und, in Folge einer sich unter der Haut angesammelten graulichtrüben Flüssigkeit, auch Blässchen bemerkt wurden. Diese Flüssigkeit reagirte alkalisch, während die Hautfläche am Anoden fortwährend sauer reagirte.

Späterhin wiederholten wir diese Experimente an uns und andern Personen, mit dem Unterschiede jedoch, dass wir statt der Compressen, Porzellanschalen, die eine mit Jodkaliumlösung, die andere mit Amylumkleister nahmen, versenkten darin beide Hände bis zur Handwurzel, und vereinigten mit diesen beiden Gefässen Platinelektrode von 12 Grove'schen Elementen, so dass der Anod in Amylumkleister und der Kathod in die Jodkaliumlösung hinabgelassen war. Und was geschah? Nachdem wir dieses Experiment mehr als 20 Male wiederholt, nahmen wir selbst nach einer Stunde kein einziges Mal den Uebergang des Jods zum Anoden wahr, während wir den Strom nur zu verändern brauchten, um das Jod sogleich auf dem Platinplättchen ausscheiden zu sehen.

Wir wiederholten auch Becquerel's Experiment mit der Acupunktur: einmal währte das Experiment 25 Minuten, das zweite Mal

$1^1/_2$ St., das dritte Mal 6 Stunden, wobei die mit Jodkaliumlösung getränkte Compresse auf den Bauch eines Hundes gelegt und mit dem Platinplättchen des Kathoden von 12 Daniell'schen Elementen communicirte, die Platinnadel aber, die mit dem Anoden communicirte, tief in den Oberschenkel hineingestochen war. In allen 3 Fällen bemerkten wir das Jod an der Spitze der Platinnadel nicht ein einziges Mal, obgleich Herr Becquerel sagt, dass in einem solchen Falle „on ne tarde pas à reconnaître, avee des réactifs convenables la présence de l'iode à l'extremité de la pointe."

Wir bemühten uns, noch andere Stoffe ausser Jodkalium durch den Körper zu leiten; so z. B. gebrauchten wir essigsaures Blei, Chloreisen, gelbes Blutlaugensalz, Schwefelcyankalium, Jodnicotin, essigsaures Strychnin. Hier erhielten wir immer negative Resultate, jene Fälle ausgenommen, wo die Haut durch den galvanischen Strom excoriirt war und sich darauf eine oberflächliche Exulceration bildete durch welche die giftigen Stoffe (wie z. B. Strychnin und Nicotin) sich resorbirten und diesen Stoffen eigenthümliche Zufälle, im geringern Grade aber, bewirkten. Gelbes Blutlaugensalz, Schwefelcyankalium, wenn sie gelöst Hunden auf den Rücken gelegt wurden und mit der Kupferplatte des Anoden communicirten, brachten nach Verlauf von 30—35 Minuten ebenfalls eine eigenthümliche Wirkung hervor: Unruhe, Zittern der Extremitäten, Erweiterung der Pupille, Erbrechen — Anfälle, welche sich nach Verlauf von $1—1^1/_2$ Stunde verloren. Dabei äusserte sich auf der mit der Lösung genannter Salze getränkten Charpie, ausser der Reaction auf Kupfersalz, ganz deutlich der Geruch von Blausäure, und die Haut unter dem Elektroden war an einigen Stellen excoriirt. Mit Jodnicotin stellten wir 8 Experimente an Hunden an und alle fast lieferten gleiche Resultate: leichte Zuckungen, Unruhe, krampfhaftes Erbrechen und Stuhlentleerungen nach vollendetem Experimente; sie erholten sich nach einigen Stunden. In einem Falle bloss war, ausser einer leichten Unruhe während des Experiments, nichts besonderes bemerkt worden. Dagegen aber zeigte hier die Haut nach vollendetem Experimente keine Excoriationen. Mit essigsaurem Strychnin stellten wir 5 Experimente an Hunden an; überhaupt waren die Anfälle sehr schwach: leichte Krämpfe, Zittern der Extremitäten.

Wir setzten diese Experimente nicht mehr als 30 Minuten fort; darauf wurden die Hunde befreit und erholten sich nach einer halben, höchstens 1 ganzen Stunde vollständig. Einer von uns (Pelikan) versenkte beide Hände in Porzellanschalen, von welchen die eine mit —Pol (einer

aus 6 Grove'schen Elementen bestehenden Batterie), mit einer schwachen Schwefelsäurelösung, die andere mit + Pol communicirend, mit einer concentrirten essigsauren Strychninlösung gefüllt war. Nach Verlauf von 20 Minuten empfand er keine Wirkung. Einer von den Zuhörern des Prof. Pelikan stellte das Experiment an sich an, und nach seiner Aussage empfand er Schwindel und gleichsam Verdunkelung des Gesichts. Das Experiment ward abgebrochen und die genannten Zufälle verloren sich sogleich, da hier wahrscheinlich die Einbildungskraft im Spiele war. Mit Brechweinsteinlösung haben wir 5 Experimente an Hunden und 3 an Menschen angestellt (in einem Falle mit 10 Grove'schen Elementen), und Erbrechen fand in keinem einzigen Falle statt, obgleich wir ganz nach Klencke verfahren, mit dem Unterschiede jedoch, dass wir statt der Voltaischen Säule, Batterien von Daniell oder Grove gebrauchten.

Wir konnten uns nicht entschliessen, die zwischen den Kupfer- und Zinkplatten einer Voltaischen Säule sich befindlichen Läppchen mit irgend einem Salze, wie z. B. mit Brechweinstein oder Sublimat zu befeuchten, wie es Rossi, Klencke, in der Hoffnung diese Salze in den Körper zu leiten, thaten; da wir überzeugt waren, dass es auch solche Experimente giebt, die kaum einer ernsten Widerlegung würdig sind. Dasselbe könnten wir auch von den von Klencke angestellten Experimenten, betreffend die Leitung von Schwefel durch den Körper zur Bildung von Schwefeleisen und Zinnober, wie auch von seinen andern bemerkenswerthen Entdeckungen sagen.

Werfen wir nun einen Blick auf den kurzen Abriss unserer Experimente, so müssen wir, ohne die Möglichkeit einer Leitung verschiedener Stoffe durch den Körper vermittelst des galvanischen Stromes völlig zu leugnen, doch zu dem Schlusse kommen, dass unter dem Einfluss des galvanischen Stromes, bei den von uns gebrauchten Entfernungen der Elektrode, bei der Eigenschaft, Zahl und Grösse der galvanischen Elemente, deren wir uns bei den Experimenten bedienten, wir, von den ersten 10 Minuten angefangen bis auf 18 Stunden, auch kein einziges Mal das Uebergehen irgend eines Körpers von einem Pole zum andern wahrgenommen haben. Wir erlauben uns daher die Richtigkeit der Beobachtung jener Experimentatoren, die Jod auf der Amylumcompresse am Anoden schon einige Minuten, oder sogar Sekunden nach dem Schliessen der galvanischen Kette erscheinen sahen, zu bezweifeln.

Wenden wir uns an die rein physikalische Seite dieser Frage und suchen wir die Ursache der Verschiedenheit der Resultate unserer

Experimente und der anderer Experimentatoren zu erklären. Die erste Frage, die sich uns unwillkürlich bei der Analyse der Davy'schen Experimente aufdrängt, ist folgende: ist es denn in diesen Experimenten bewiesen, dass die Bewegung der Bestandtheile der Salze nach den entsprechenden Polen gerade zu und einzig durch die galvanische Zersetzung bedingt, oder sind es, im Gegentheil, andere Ursachen, die eine solche Bewegung bewirken? Und wenn es solche giebt, wie soll man dann die Quantität und Schnelligkeit einer solchen galvanischen Versetzung bestimmen? Diese beiden Fragen sind in der Davy'schen Theorie unbeantwortet geblieben. Man konnte dieses auch zu jener Zeit nicht fordern, wo die hydroelektrischen Kenntnisse noch in ihrer Wiege lagen, wo das Ohm'sche Gesetz, dieser Eckstein des wissenschaftlichen Galvanismus, noch nicht existirte, wo man noch von den Gesetzen eines Fechner und Faraday, den Lehren Daniell's und den Untersuchungen Poggendorff's, Pouillet's, Lenz's und anderer Physiker weit entfernt war, geschweige denn, dass die Galvanometrie zu jener Zeit ebenfalls unmöglich war.

Hinsichtlich der obenerwähnten Experimente Davy's bemerkten schon viele Physiker, dass man hier nicht die galvanische Versetzung allein annehmen darf; besonders hat L. Gmelin*) durch directe Experimente zu beweisen gesucht, dass in allen von Davy beschriebenen Fällen (siehe oben) die Diffusion des Salzes seiner Zersetzung vermittelst des galvanischen Stromes vorangehe. Nur betrachtete Gmelin das bekannte Experiment mit schwefelsaurer Magnesia von Faraday, in dieser Beziehung, als Ausnahme.

Zur Erklärung dieser Erscheinung fand Gmelin nichts Besseres, als zu zwei neuen Hypothesen seine Zuflucht zu nehmen, indem er einem Jeden überlässt, die annehmbarere zu wählen. Er stellte seine Experimente mit 12 Plattenpaaren einer Volt.-Säule an, ohne die sich zersetzenden Salze und ihre Bestandtheile quantitativ und den Strom galvanometrisch zu bestimmen, und daher haben alle seine Experimente keine streng wissenschaftliche Basis; indem er Alles durch die Diffusion erklären wollte, erging es ihm wie jenen Physikern, welche alle hierher gehörenden Erscheinungen durch die einzige galvanische Mollekularversetzung erklären wollen. Seine Experimente I und IV mit gefärbtem Wasser, wie auch ähnliche Experimente von Davy (siehe oben 2) beweisen noch nichts; denn die Reaction beginnt in diesem Falle immer an den Elektroden nicht desshalb, weil das Salz

*) Pogg. Annal. Bd. LXIV. S. 28.

vor der Versetzung sich mischte, sondern weil die Färbetinkturen selbst durch den Strom zersetzt werden und auch ohne irgend eine Salzbeimischung eine gleiche Reaction bewirken. Gmelin's Experimente von VI bis zum XVI (dem letzten), durch welche er die Meinung Davy's und Anderer, hinsichtlich der galvanischen Versetzung der Bestandtheile verschiedener Salze, verwerfen will, beweisen nur, dass diese Versetzung Gmelin bei seinen 12 Plattenpaaren der Voltaischen Säule, bei einer Temperatur von 0 bis 10° und beim Schliessen des Stromes im Verlauf von 18—24 Stunden, nicht gelingen wollte. Daher bleibt auch die Frage, sowohl in theoretischer als in experimentaler Beziehung, dunkel.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass die Diffusion die galvanische Zersetzung befördere; dieses beweisen unsere directen Experimente: indem wir irgend ein Salz, z. B. Kochsalz, in einem Gefässe und Wasser in einem andern zersetzten, so dass diese Gefässe durch eine animale Haut oder eine Scheidewand aus Lehm getrennt waren, bemerkten wir, vermittelst eines gewöhnlichen Nobil'schen Galvanometers, eine fortwährend zunehmende Abweichung der Magnetnadel, je nach Maass der durch die Analyse verglichenen, sich vergrösserten Diffusion, d. h. der Zusammenmischung der Salzlösung mit dem Wasser, so dass wir die Regel aufstellen können: dass die Versetzbarkeit zweier durch irgend eine Haut oder Scheidewand getrennter Flüssigkeiten in geradem Verhältnisse zur Quantität der Endosmose stehe, welche zwischen diesen Flüssigkeiten und den Häuten oder Scheidewänden stattfindet; wobei wir begreiflicherweise die Bedingungen des Leitungsvermögens beider Flüssigkeiten einzeln für sich genommen in Betracht nehmen. *)

Ein anderer Umstand, welcher die galvanische Versetzung befördert oder sie verzögert, ist die chemische Verwandtschaft zwischen den beiden sich zersetzenden Flüssigkeiten, welche sich in Form einer

---

*) Es ist zu bewundern, dass De La Rive, einer von den Anhängern der Davy'schen Theorie, so weit geht, dass er sogar die Möglichkeit einer Versetzung ohne Diffussion verschiedener Flüssigkeiten zulässt. Indem er (Traité d'électricité 1856, t. 1. S. 282) die Experimente Davy's mit Färbetinkturen beschreibt, fügt er hinzu: »Il est facile même de démontrer, que cette coloration de l'eau bleue en rouge par l'acide, en vert par l'alcali, ne provient que de la diffusion de l'acide, qui est tout porté autour du fil négatif. Il n'y a, pour cela, qu'a se servir, comme je l'ai fait, d'un gros tube partagé en compartiments égaux par deux diaphragmes en vessie, qui laissent passer le courant sans permettre aux liquides de se méler; ces trois compartiments font l'office des trois capsules ci-dessus.«

sogenannten Doppelverwandtschaft kund thut. Und die Wahrheit dessen bewährt sich so sehr, dass, wenn man zwei Flüssigkeiten nimmt, welche, im Zustande eines schwachen Gleichgewichts sich befindend, in Folge der Wahlverwandtschaft der sie bildenden Bestandtheile mehr dauerhafte Verbindungen bilden, so gehen letztere, wenn die Flüssigkeiten in einer Wasserlösung verharren und sich folglich mit ihr vermischen, um so schneller zu den entsprechenden Polen über. Am besten bestätigen dieses die Experimente. Wenn man statt Wasser in unsern obenerwähnten Experimenten die Lösung eines andern Salzes, z. B. schwefelsaures Kali nehmen sollte, so würde sich Schwefelsäure und Chlor am Anoden, und Kali und Natron am Kathoden schneller sammeln, als in dem Falle, wo Wasser und Salz zersetzt wurden.

Alsbald aber lässt die Analyse, auch ohne den Strom, die schnelle Mischung beider durch die Doppelzersetzung entstehenden Salze bemerken. Auf diese Weise werden nun die Experimente Davy's verständlich, durch welche er beweisen wollte, dass eine Säure oder ein Alkali, wenn sie unter dem Einflusse des Stromes durchgingen, ihre chemische Eigenschaft verlieren; mit Nichten: hier findet nur die Doppelzersetzung zwischen der wässrigen Säure und dem wässrigen Alkali statt und im mittleren Gefässe bildet sich dennoch das Salz, bevor die versetzte Säure oder das Alkali an den Elektroden sich ausscheiden.

Nehmen wir z. B. drei durch Amiantfäden mit einander vereinigte Gefässe, von denen das erste eine wässerige Auflösung von schwefelsaurem Ammoniak, das zweite — Kali, und das dritte Wasser enthält, so ersehen wir, dass sowohl im ersten als im mittleren Gefässe ein und dasselbe Salz, namentlich schwefelsaures Kali, sich bilden muss, Ammoniak aber scheidet sich hier mit dem Unterschiede aus, dass im ersten und zweiten Gefässe es in Folge einer Vermischung mit dem Wasser erscheint. Indem wir diese Experimente mehrere Male wiederholten, bemerkten wir beständig, dass dort, wo die Säure oder Basis sich sammelten, man vermittelst gehöriger Reactive auch das Salz, aus welchem sie sich ausschieden, entdecken kann. Jetzt wird es klar, warum die Schwefelsäure in den Davy'schen Experimenten das Baryt und Strontian zum Kathoden nicht durchliess und umgekehrt; denn schwefelsaures Baryt und Strontian sind in Wasser unlöslich und können sich daher mit ihm nicht verbinden. Wenn Davy hier das quantitative Verhältniss berücksichtigt hätte, so würde er auch Schwefelsäure durch Barytwasser und umgekehrt

leiten können; er durfte nur eine schwächere Auflösung nehmen und die Experimente länger fortsetzen, als er es gethan. Eben so leicht ist es zu begreifen, warum er so leicht Kalk aus dem Gypsgefässe erhalten konnte (siehe oben 1); denn Gyps ist in Wasser (in 480 Theilen) löslich und fast um 2 Mal löslicher, als Aetzkalk, welches im Achatgefässe am Kathoden sich sammelte.

Es blieb uns also auf experimentalem Wege zu entscheiden übrig, ob der Strom seinerseits an der Steigerung der Flüssigkeitsmischung Antheil nimmt und wie gross dieser Antheil ist. Zu diesem Zwecke nahmen wir zwei ganz gleiche Röhren von 1, 6 Centim. im Durchmesser, mit der Theilung auf Kubikcentim. und verbanden dieselben von einer Seite mit feinen Ochsenblasen, oder wir bedienten uns einer zweiarmigen, an beiden Enden mit Blasen verbundenen Röhre, mit der wir beide Gefässe, in welchen Platinelektrode hinabgelassen waren, vereinigten, oder auch, wie im ersten Falle, zweier mit einem Boden von Thon versehener Glasröhren. Die Röhren wurden sowohl im ersten als im zweiten Falle, die eine mit Wasser, die andere mit einer Kochsalzlösung gefüllt und in das mittlere Gefäss mit Wasser hineingebracht, wobei das Niveau bei allen gleich war; diese Röhren wurden unbeweglich an einer Kupferplatte befestigt, an welcher die Dräthe einer galvanischen Batterie und an dieser Platinelektrode angeschraubt wurden; in der Mitte aber stellte man ein kleines Thermometer.

Zum leichtern Verständnisse bezeichnen wir die eine Röhre, welche mit Kochsalzlösung gefüllt wird, mit den Buchstaben A B, die andere, welche gleich dem äusseren Gefässe mit Wasser gefüllt war, mit C D.

Als darauf in die Röhre AB eine Kochsalzlösung, 1 Gramm auf 10 Gram. destillirten Wassers, ins Gefäss CD und in's äussere Wasser in gleichem Niveau gegossen, liessen wir den Apparat in diesem Zustande 12 Stunden stehen und stellten nach Verlauf dieser Zeit unsere Untersuchungen an. Die Flüssigkeit in AB hob sich dabei bis auf einige Kubikcentim., im Gefässe CD aber war das Niveau dem des äussern Gefässes gleich. Die Analyse zeigte gewöhnlich im Gefässe CD eine kaum bemerkbare Beimischung von Kochsalz, so dass salpetersaures Silberoxyd bloss eine unbedeutende Trübung hervorbrachte. Als wir einen ähnlichen Apparat der Wirkung eines Stromes, bei Beobachtung gleicher Bedingungen (gleicher Temperatur u. s. w.) aussetzten, so fand im Verlauf von ebenfalls 12 Stunden im Gefässe CD, je nach der Richtung des Stromes, eine empfindliche

saure oder alkalische Reaction statt; nachdem wir diese Reaction mit einigen Tropfen Salzsäure am Kathoden und Natron am Anoden neutralisirt hatten, bestimmten wir die Quantität des unter diesen Bedingungen sich bildenden Kochsalzes; um aber urtheilen zu können, ob auch unzersetztes Kochsalz und wie viel desselben sich in den Röhren befinde, neutralisirten wir die Flüssigkeiten am Kathoden mit Salpetersäure und reagirten darauf mit einer titrirten Lösung von salpetersaurem Silberoxyd. Unter diesen Bedingungen konnten wir uns überzeugen, dass unter dem Einflusse des Stromes, der gleichzeitig durch das Galvanometer gemessen wurde, die Diffussion schneller von Statten gehe, denn während ohne den Strom im Gefässe CD vermittelst der Lösung von salpetersaurem Silberoxyd sich eine blosse Trübung zeigte, erhielten wir mit dem Strome, je nach der Neigung der Nadel, 0,005, 0,008, 0,016, 0,024, und sogar 0,060 Gr. Kochsalz.

Wenn also die verhältnissmässig grössere Abweichung der Nadel uns auch die verhältnissmässig grössere Mischung des Salzes mit dem Wasser und seine Zersetzung zeigt, so hat sie uns dennoch nicht erklärt, auf welche Weise diese galvanische Bewegung entstehe, d. h. ob bloss die Diffusion allein in Folge der Bewegung der Flüssigkeit vom Anoden nach dem Kathoden (Parrot, Reuss, Wiedemann u. A.) sich vergrössere, oder ob hier die eigenthümliche Bewegung der Bestandtheile des Salzes, bevor dasselbe unter dem Einflusse der Diffussion zu den beiden Elektroden gelangt, stattfinde, — mit andern Worten, geht etwa immer die Mischung der Flüssigkeit und die Bildung der in Folge dessen entstandenen gleichartigen elektrolytischen Schichten an den beiden Elektroden in der Mitte der verschiedenartigen Schichten der Zersetzung voran, oder kann die Zersetzung in zwei verschiedenartigen Flüssigkeiten zu gleicher Zeit vor sich gehen, indem sie sich dabei den in der Wissenschaft allgemein angenommenen Gesetzen betreffs der elekrtischen Versetzung der Molekeln (Grothus) und der Aequivalenz der Elemente zusammengesetzter Körper (Faraday) unterwirft.

Indem wir die Experimente über die verhältnissmässige Bewegung der Flüssigkeit unter dem Einflusse des Stromes verglichen (Parrot, Reuss, Wiedemann, Napier u. A.), bedienten wir uns des oben erwähnten Apparats mit Kochsalz; dabei bemerkten wir, dass, in welcher Richtung der Strom auch durchgehe, die Schichte der Flüssigkeitssäule in den Röhren AB und CD beständig sowohl am Kathoden als am Anoden sich vergrösserte; dieses Steigen aber bemerkte man

hauptsächlich am Kathoden, gleichviel ob im Apparate eine Kochsalzlösung, oder reines Wasser enthalten war.

Diesem Steigen, von 1,5 bis 5 Kubikcentim., konnte natürlich auch die Endosmose allein in der Röhre mit Kochsalz zu Grunde liegen; in dem entgegengesetzten Gefässe aber mit dem Wasser hing es deutlich von dem Stromdurchgange ab; einmal bemerkten wir, dass, ungeachtet dessen, dass im Gefässe AB der Kathod hinabgelassen war, die Flüssigkeitssäule in den beiden Röhren sich bis auf 3 Kubikcentim. erhob; ein anderes Mal bei AB nur auf ½ Kubikcent., bei CD aber um 3 Kubikcentim. gestiegen war, vom Salze aber ging aus der Lösung von 2 Gram. in 20 Gram. Wasser — 0,005 Gr. über.

Wir können bis jetzt noch nicht bestimmen, welche Bedingungen eigentlich diese Differenzen in der Bewegung der Flüssigkeit in unseren Experimenten bewirkten; wir sahen aber beständig, dass das stärkere Steigen der Flüssigkeitsschichte immer von einem kleineren Inhalte des zersetzten Salzes begleitet war, was auch dem von Wiedemann aufgestellten Gesetze entspricht, nach welchem das Steigen der Flüssigkeitssäule am Kathoden im umgekehrten Verhältnisse zu der Concentration der Salzlösung stehe. Wie soll man nun aber das Steigen der Flüssigkeitssäule am Anoden erklären? Diese Frage kann jedoch, so lange die galvanische Bewegung des Wassers vermittelst des Stromes nicht vollkommen erklärt ist, nicht beantwortet werden. Wie dem auch sei, wir können daraus folgern, dass die galvanische Bewegung des Wassers allein nicht im geraden Verhältnisse zu der Grösse der Versetzung der Bestandtheile des Salzes nach den entsprechenden Elektroden stehe. Wenn wir andererseits die Theorie von Grothus und das Gesetz von Faraday von der Aequivalenz der galvanischen Zersetzung als Grundlage annehmen, so können wir selbst die galvanische Versetzung leicht erklären. Ferner, gesetzt, dass ins Gefäss AB mit der Kochsalzlösung der Kathod, ins Gefäss CD mit Wasser der Anod hinabgelassen ist, so müssen dann, nach der Theorie von Grothus, wenn das Wasser allein sich zersetzte, in jedem Momente, bei Ausscheidung einer Sauerstoffmolekel am Anoden und einer Wasserstoffmolekel am Kathoden, die dazwischenliegenden Wassermolekeln sich gegenseitig versetzen, so dass in der Mitte dennoch unzersetztes Wasser geblieben und der Aequivalent des ausgeschiedenen Sauerstoffes dem des ausgeschiedenen Wasserstoffes, aus allen Wassermolekeln, durch welche der Strom gegangen, entspricht, so dass die Verbindung der ausgeschiedenen Molekel H

und O auf's Neue Wasser bilden müsste (Faraday). Bei Zersetzung irgend einer Salzlösung z. B. des Kupfervitriols, zersetzen sich ausser dem Wasser — und Sauerstoff des Wassers auch Salzmolekeln, so dass zum Kathoden Kupfer, zum Anoden SO^4 (Daniell) geht, die Zwischenmolekeln aber versetzen sich und geben wiederum eine Lösung von schwefelsaurem Kupferoxyd, wobei dem Aequivalente O und SO^4 der Aequivalent Cu und H entspricht. Bei Zersetzung der Wasserlösung von Kochsalz allein wird sich ebenfalls am Anoden Cl und O und am Kathoden Na und H ausscheiden. Das Natrium aber, seiner Verwandschaft mit dem Sauerstoffe des Wassers halber, kann in Wasser nicht existiren und verwandelt sich daher sogleich in Natron, so dass das Erscheinen des eigentlichen Natrons am Kathoden schon das Resultat einer untergeordneten, rein chemischen Wirkung ist.

Was soll denn nach diesem in den Gefässen AB und CD vorgehen? In jedem Momente der galvanischen Zersetzung sondern sich die Molekeln H und O an den ihnen entsprechenden Elektroden ab, gleichzeitig aber scheidet sich im Gefässe AB eine Natriummolekel aus, und das ihr entsprechende Chlormolekel, indem es den Sauerstoff vertritt, wird mit der darauf folgenden Kochsalzmolekel so lange sich versetzen, bis sie auf der Grenze der Kochsalzlösung und des Wassers einer H Molekel, welche vom Gefässe CD geht, begegnen wird. Was soll nun daraus entstehen? dass auf der Grenze der Kochsalzlösung und des Wassers sich ClH, d. h. Chlorwasserstoffsäure bildet. Wenn wir die Richtung des Stromes verändern, so wird im Gefässe AB: O und Cl, auf der Grenze des Salzes und des Wassers aber Natron sich ausscheiden. Wenn nun diese Voraussetzung richtig wäre, so könnte man in der That durch die Analyse die Bildung der Chlorwasserstoffsäure und des Natron unter solchen Bedingungen bemerken. Die Experimente von Connel*) und die unsrigen bestätigen vollkommen diese Meinung; und in der That, wenn der Anod sich im Gefässe mit Wasser (CD) befindet, so sehen wir in demselben HCl noch früher erscheinen, als sich Cl am Elektroden absondert; nachher aber, wenn schon im Gefässe CD hinlänglich HCl und NaCl sich befanden, scheidet sich auch freies Cl aus. Dasselbe können wir auch hinsichtlich des KJ und anderer Salze sagen. Die Experi-

*) N. Edinb. Phil. Journal XIX, 1. B. Die Orginalabhandlung ist uns unbekannt; wir entlehnen die Beschreibung der Experimente dem Seyfer t'schen Werke: „Geschichtliche Darstellung des Galvanismus, 1848.

mente Connel's mit 3 miteinander communicirenden Gefässen, wobei in den äussern Wasser und im mittlern eine Säure oder ein Alkali war, und der Uebergang der Säure nach dem Gefässe mit dem Anoden und des Alkalis nach dem Kathoden bemerkt wurde, erklären sich ebenfalls durch unsere Anwendung der Grothus'schen Theorie im gegenwärtigen Falle. Eben so verständlich ist es, warum im Faraday'schen Experimente das Magnesiumoxydhydrat sich auf der Grenze des Salzes und des Wassers ausschied; verständlich sind auch andere ähnliche Experimente von Daniell, Davy u. A. Mit einem Worte, wir sehen hier keine einzige Ausnahme von der auf der Grothus'schen Lehre und dem Faraday'schen Gesetze gegründeten Regel. Alle Einzelnheiten aber, welche von der allgemeinen Regel abzuweichen scheinen, müssen ohne Zweifel durch den verschiedenen Grad der Diffusion, die Löslichkeit der wiederum sich bildenden Verbindungen, die chemische Verwandtschaft zwischen den sich zersetzenden Flüssigkeiten und die untergeordnete chemische Wirkung der zersetzten Produkte erklärt werden. Das ist die Ursache, warum bei einer leichten Diffusion und leichten Löslichkeit des durch die galvanische Zersetzung erhaltenen Körpers, die Reaction dieses Körpers weniger augenscheinlich sein kann, als die fernere Reaction, welche durch die Zersetzung des Salzes selbst an den Elektroden oder in Folge einer untergeordneten chemischen Wirkung entsteht. Aus diesem Grunde scheiden sich das Magnesium- oder Kupferoxydhydrat als ein im Wasser unlöslicher Körper, früher auf der Grenze des Salzes und des Wassers, als am Kathoden selbst aus, und Jod und Jodsäure erscheinen am Anoden statt der Jodwasserstoffsäure, welche allmälig sich nach +Pol, bei Zersetzung des Wassers und des Jodkaliums, in der diesem entsprechenden Richtung hinbewegt, durch die chemische Einwirkung des Sauerstoffs aber in Jodsäure sich verwandelt.

Wie viel verschiedene, durch irgend welche animale Scheidewand von einander getrennte Flüssigkeiten oder Salzlösungen man auch nehmen möge, so werden doch in jedem Momente der galvanischen Zersetzung an den Elektroden nur die ihnen entsprechenden Molekeln aus den nächstgelegenen Salzen sich ausscheiden, die andern aber bloss ihre Lage verändern. So z. B., wenn wir eine Kochsalzlösung am Anoden, eine Jodkaliümlösung am Kathoden nehmen, und zwischen ihnen schwefelsaure Salze von Kali, Natron, Ammoniak u. s. w. setzen, so werden wir in jedem Momente, zusammen mit dem Sauer- oder Wasserstoffe des zersetzten Wassers, erhalten

$NaCl\ (KSO^4)\ (NaSO^4)\ (H^4NSO^4)\ KJ =$

am Anoden Cl, am Kathoden K oder KHO^2 und in den Zwischenschichten: $(SO^4\,Na)\ (SO^4\,K)\ (JH^4\,N)$; der Zersetzung dieser Wasser- und Salzmolekel folgt die Zersetzung einer andern, so dass Jodammonium sein Jod so lange nicht absondern wird, bis alles Ammoniak, welches (aequivalentiv) der Schwefelsäure am Anoden entspricht, sich ausgeschieden hat; wir bemerken folglich bei der Zersetzung irgend eines Salzes eine fortwährende Bewegung nebst einer Reihe von aufeinanderfolgenden Zersetzungen und Verbindungen, und können desshalb jene schnelle Versetzung durch den menschlichen Körper, von welcher bei so vielen Beobachtern die Rede ist, nicht begreifen. Jod und Jodwasserstoffsäure können nicht eher durch den Körper gehen, als bis alle auf dem Wege der Bewegung des Jod sich befindliche Salze nicht zersetzt sind, d. h. bis sie sich nicht in Jodverbindungen verwandeln; denn früher als Jodwasserstoffsäure, müssen sich noch andere Säuren aus den Salzen im Innern des Körpers ausscheiden, und der Organismus würde dann, gleich dem Fleischstücke im obenerwähnten Experimente von Davy, zerstört werden; oder man muss annehmen, dass die am Körper applicirte Jodkaliumlösung sich so schnell mit den Säften des Organismus vermische, dass sie sich nahe an der Applicationsstelle des Anoden befindet. Diese Hypothese ist aber durch nichts bewiesen und andererseits ist es uns, vorzüglich durch unsere an andern Stellen angegebenen Experimente, bekannt, dass Jodkalium sehr wenig durch die Haut resorbirt wird.*) Wenn wir aber auch die Haut entblösten und von einer Seite Jodkalium, von der anderen Amylum applicirten und den entsprechenden Strom 2 Stunden und darüber durch den Körper leiteten, konnten wir dennoch nie den Uebergang des Jods bemerken. Sogar bei Hunden, welchen wir innerlich einige Grammen Jodkalium täglich gaben, konnten wir am Anoden keine deutliche Spuren von Jod wahrnehmen. Indem wir also im Wesentlichen die Möglichkeit einer galvanischen Versetzung durch den menschlichen Körper nicht leugnen, stellen wir folgende Frage: Wenn man den Widerstand des menschlichen Körpers, die unaufhörliche Metamorphosen seiner Bestandtheile und die damit verbundene Bewegung seiner Säfte berücksichtigt, wie soll der Apparat eingerichtet sein und welche Mittel müssen angewendet werden, um das Jod durch den Körper zu leiten? Indem wir die

*) Siehe die vorhergehende Abhandlung S. 127 u. 128.

Lösung dieser Frage denjenigen überlassen, welche sich speciell damit beschäftigen wollen, bemerken wir nur, dass diese Mittel gewiss nicht zu der Zahl derjenigen gehören, welcher die HH. Experimentatoren sich bedienten, die den schnellen Uebergang des Jods, sogar von einer Jodtinktur zum Anoden wahrgenommen haben wollen, und die Ungenauigkeit und Unreinlichkeit in ihren Experimenten als unbedingte Resultate annahmen.

VIII.

Zur Experimental-Kritik der Luftstreifschüsse.*)

Fast alle bedeutenden Chirurgen unserer Zeit halten in der Nähe lebender Wesen passirende Geschützkugeln von grossem Kaliber, für unfähig sogenannte Luftsreifschüsse hervorzubringen.

Immerhin giebt es jedoch noch Aerzte, die manche bei Gelegenheit von Kanonaden vorkommende Quetschungen als, entweder durch Compression, oder durch ein in der umgebenden Luft creïrtes Vacuum, (beide durch das Vorbeifliegen der Kugel hervorgebracht) entstanden, erklären. Die Wirkung der Compression, vorausgesetzt, dass dieselbe in der nöthigen Stärke vorkommend nachgewiesen werden könnte, wäre klar genug. Die Wirkung des Vacuums erklären sie gleich derjenigen einer in Bewegung gesetzten Luftpumpe, welche die flüssigen Bestandtheile eines Körpers auf den sie wirkt, an dessen Oberfläche zieht.

Da diese Frage endgültig nur auf dem Wege directer Versuche entschieden werden konnte, so wendete ich mich an das Artillerie-Comité von St. Petersburg, welches mir die nöthigen Geschützstücke von grossem Kaliber zur Verfügung stellte. Es waren dies Geschütze, die mit einer annähernd berechneten Geschwindigkeit, auf kurze Entfernungen schossen. Auf den Rath meines Collegen, des Herrn Sawelieff, Prof. der Physik, liess ich eine Vorrichtung anfertigen, die mich in den Stand setzen sollte, die Stärke des Luftdruckes der Kugel auf einen in einer gewissen Entfernung von ihrer Fluglinie aufgestellten

*) Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences de Paris du 16. novembre 1857. Siehe auch W. Grossmann, Quaedam quaestiones ex medicina forensi de vulneribus sclopetariis, Petropoli 1857.

Körper, zu bemessen. Die Vorrichtung bestand aus einem Cylinder von Eisenblech, der ungefähr einen Fuss im Durchmesser hatte, mit einem beweglichen Stempel, durch dessen Mitte ein dreimal im Winkel gebogenes Stängchen ging; der freie Schenkel der letzten Biegung desselben war der äusseren Seite Cylinder zugekehrt, sobald der Stempel sich in diesem befand. An diesem freiem Ende war ein Bleistift angebracht. Dieser Stift, der sich aussen in demselben Masse, wie der Stempel im Inneren bewegen musste, bezeichnete auf einem am Cylinder angebrachten Papierstreifen, die Grösse der Bewegung, die der Stempel, durch den auf ihn ausgeübten Druck veranlasst, im Inneren machte. Die ganze Vorrichtung war auf einem hölzernen Gestelle befestigt. Der Stempel wog acht Pfunde, und es bedurfte einer bewegenden Kraft von gleich ein und einem halben Pfunde, um denselben einen Zoll weit in dem Cylinder fortzubewegen. Um eine unmittelbare Wirkung der Kugel auf den Apparat zu verhindern, stellten wir diesen hinter ein solides Zimmerwerk. Vier Meter davon war eine Vorrichtung angebracht, um zu bemessen, in welcher Entfernung von Apparate die Kugel vorbeifliegen würde, und fünf Meter entfernt zwischen diesem und dem Geschützstücke war ein anderer hölzerner Schirm aufgestellt, damit auch die Expansion der durch das Entzünden des Pulvers creïrten Gase nicht auf den Apparat einwirken könne. Die Oeffnung zur Passage der Kugel in besagtem Schirme hatte 16 Zoll im Durchmesser. In geringer Entfernung vom Apparate war eine vierzigpfündige Haubitze aufgestellt. Zur Ladung derselben wendete man vier Pfund Pulver an, so dass die Geschwindigkeit der Kugel, während ihres Vorbeigehens am Apparate gleich der war, die eine mit der vollen Ladung von sieben Pfund abgeschossene Bombe, in der Entfernung von 400 Metern vom Geschütze noch haben würde, d. h. etwa hinter der zweiten Parallele der Belagerungsarbeiten einer cernirten Festung, angenommen eine Haubitze vom Caliber von 40 Pfund befände sich auf einem der Werke derselben*). Der Abstand des ersten Schirmes von der Haubitze war 14 Meter, eine Ent-

*) Die ursprüngliche Geschwindigkeit einer Bombe von 40 Pfund mit der vollen Ladung von sieben Pfund Pulver abgeschossen, beträgt 1290 Fuss auf die Secunde. In einer Entfernung von 400 Meter ist diese Geschwindigkeit auf 956 Fuss in der Secunde vermindert. Aus bekannten durch Versuche festgestellten Verhältnisszahlen, der ursprünglichen Fluggeschwindigkeiten und der Grösse der anzuwendeten Ladungen, geht hervor, dass man um einer Bombe von 40 Pfund die Ursprungsgeschwindigkeit von 956 Fuss für die Secunde mitzutheilen, eine Ladung von 4 Pfund Pulver anwenden müsse.

fernung, in welcher die Ursprungs - Geschwindigkeit der Kugel noch keine merkliche Verminderung erlitten. — Unter diesen Verhältnissen musste die Bombe mit einer Fluggeschwindigkeit von 956 Fuss in der Secunde an dem Apparate vorübergehen. — Obgleich nun die von Major Mordecai im Jahre 1843 und 1844 im Arsenal von Washington angestellten Versuche beweisen, dass durch ein Geschütz von 32-pfündigem Kaliber, eine Ladung von 10 Pfund Pulver und auf 48 Fuss Entfernung, die Expansion der creïrten Gase keine Wirkung mehr auf den Recipienten des balistischen Pendels hervorbringt, so haben wir doch, um jede mögliche Einwendung von dieser Seite von vornherein unmöglich zu machen, den eben genannten Schirm zwischen dem Geschützstücke und dem Apparate aufgestellt. Vor jedem Versuche wurde die Stellung des Bleistiftes am Cylinder angemerkt. —

Die Ergebnisse unserer Untersuchungen waren beständig dieselben, d. h. passirte die Bombe auf ungefähr drei Zoll Entfernung von dem Piston unserer Vorrichtung, so veränderte dieser seine Stellung nie: er bewegte sich weder vor- noch rückwärts. Riss aber die Bombe, wenn sie zufällig ausser ihrer geraden Schusslinie kam, ein Stück des Zimmerwerks ab und schleuderte dies auf den Cylinder des Apparates, so bewegte sich der Stempel vorwärts. Dies kam während unserer Versuche einmal vor und die Bewegung betrug $3^1/_2$ Linien. Bei einem anderen Versuche streifte die Bombe eine der hölzernen Stützen, durch welche der Cylinder auf dem Gestelle im Gleichgewicht gehalten wurde. Die Stütze wurde etwa zwei Schritte von der Vorrichtung hinweggeschleudert, und hatte es der Piston dennoch keine Bewegung gemacht. Bei einem anderen Versuche, wo die Kugel den Piston selbst gestreift, sah man die Spuren die dieselbe darauf hinterlassen hatte, nebst einem Risse im Eisen, dem Umbiegen der Ränder des Cylinders, so wie einer Einbiegung der linken Seite desselben. In diesem Falle war der Piston um zwei Zoll zurückgewichen. Einmal errichteten wir an der Stelle des Apparates einen Vorschlag, worin wir ein Pferd so festbanden, dass die Kugel nahe an seiner Seite und noch näher an seinem rechten Vorderfusse vorbeifliegen musste. Die Kugel streifte in diesem Falle einen Pfosten des improvisirten Stalles und wir konnten daraus ermessen, dass dieselbe sehr nahe an der Seite und nur einige Linien von dem rechtem Vorderfusse des Pferdes entfernt, passirt war. Als wir darauf das Pferd hinwegführen liessen, war sein Gang durchaus nicht verändert; es trat auf allen Füssen gleich stark auf, und die Untersuchung des Fusses an

dem die Kugel zunächst vorbei geflogen, ergab nicht die geringste Andeutung einer erhaltenen Verletzung.

Vollkommen sicher gestellt haben wir, dass so oft der Apparat unmittelbar hinter dem ersten Schirme in schiefer Richtung zu diesem aufgestellt war, der Piston nach jedem Schusse um einen viertel bis einen halben Zoll zurückwich, während wir, wenn er mit dem Schirme parallel stand, kein Zurückweichen des Pistons bemerken konnten.

Es zeigten sich diese Ergebnisse noch augenfälliger, wenn wir dieselbe Haubitze mit der ganzen Ladung von sieben Pfund Pulver luden, während die übrigen Verhältnisse die gleichen blieben. In diesen Fällen wich der Piston von 3 bis 8½ Linien zurück, je nachdem der Apparat in mehr oder weniger schiefer Richtung zum Schirme aufgestellt, oder die Fluglinie der Kugel von demselben entfernt war.

Aus obigen Versuchen, welche den mit dem Pferde angestellten mit eingerechnet, sich im Ganzen auf 26 beliefen, glaube ich nun folgende Schlüsse ziehen zu dürfen.

1) Eine sehr nahe an einem Gegenstande vorbeifliegende Geschützkugel übt auf diesen eine nur unbedeutende, dem die Kugel umgebenden Luftzuge zuzuschreibende, Wirkung aus. Diese Wirkung ist jedoch nicht der Art wie **Rust**, **Busch** und andere Aerzte dieselbe angenommen; da wenn Luftdruck-Contusionen auf die von genannten Aerzte angenommene Weise hervorgebracht würden, der Piston unseres Apparates nothwendiger Weise eine Bewegung nach vorwärts, anstatt nach rückwärts wie wir dies bei unseren Versuchen gesehen, hätte machen müssen.

2) Da wir festgestellt, dass eine Kraft gleich 1½ Pfund, den Piston ungefähr um einen Zoll zurückbewegen konnte, so ist es augenscheinlich, dass selbst bei der vollen Ladung, der von einer vorbeifliegenden Kugel veranlasste Luftdruck, viel zu gering ist, als dass sogenannte Luftdruckcontusionen durch denselben veranlasst werden könnten, und ist es daher *beim heutigen Stande der Wissenschaft unzulässig, das Vorkommen derselben anzunehmen.*

3) Erreicht eine Kugel ihr Ziel, ohne weder zurückzuprallen, noch in ihrem Laufe irgend welche Gegenstände zu erfassen, anzu-

streifen oder auf die Seite zu werfen, so ist es unmöglich, dass in einer gewissen Entfernung von ihrer Fluglinie stehende Personen Contusionen erfahren können, was auch immer die Meinung einiger Aerzte und Laien darüber sein möge, welche versichern, Augenzeugen solcher Quetschungen gewesen zu sein.

IX.

Physiologisch-toxikologische Untersuchungen über Curare.*)

Durch die Vermittelung meiner Collegen, der Herren Brandt und Zablotsky, erhielt ich im vergangenen Frühling von den Herren Cl. Bernard und Leconte aus Paris ein unter dem Namen Curare oder Woorara bekanntes amerikanisches Gift. Die Resultate der von mir über dieses Gift angestellten Versuche unterscheiden sich einigermassen von denen meiner Vorgänger, wie es aus dem Folgenden erhellt.

I. Brocklesby und Fontana**) haben im vorigen Jahrhundert und Emmer***) im Jahre 1817 als ausgemacht angenommen, dass das Woorara oder Ticunas, welches wahrscheinlich mit dem Curare identisch ist, verschiedenen Vögeln innerlich gegeben, dieselbe Wirkung hervorbringe, als wenn es durch das Unterhautzellgewebe resorbirt oder in eine Vene gebracht wäre, bloss mit dem Unterschiede, dass das Gift dann langsamer wirke und in grösserer Quantität angewandt werden müsste. Diese Thatsache wurde auch von Otto Schomburgk und in letzterer Zeit von Vulpian, Cogswell und Kölliker an verschiedenen Thieren bestätigt. Ich habe meine Versuche an 5 Kaninchen angestellt, von denen zwei seit langer Zeit keine Nahrung bekommen hatten. Einem jeden wurde eine Auflösung von 0,3 Gramm Curare in 2 Gramm Wasser gegeben. Bei denjenigen, welche früher ohne Futter geblieben waren, erfolgte der Tod sogleich, bei einem nach 3, beim zweiten nach 12 Minuten, unter allen charakteristischen Symptomen, welche dieses Gift hervorzurufen pflegt; bei dem ersteren zeigten sich alle Symptome der Vergiftung nach 1½, beim zweiten nach 7 Minuten. Das Gift wurde vermittelst einer elastischen mit Baumöl bestrichenen Sonde eingeführt. Bei der Section zeigte sich das Blut in allen Organen flüssig und dunkler, als

---

*) Aus Virchow's Archiv und Comptes rendus, 1857.

**) Felix Fontana, Abhandlung über das Viperngift etc. Berlin 1787. S. 289.

***) Meckel's Deutsches Archiv für Physiologie 1818. IV. Bd. 2. Heft. S. 177.

gewöhnlich; der Magen enhielt nur wenig von der angewandten Curarelösung und einige Speisereste. Weder die Schleimhaut des Mundes, noch die der Speiseröhre und des Magens bis zum Pylorus zeigten irgend welche Continuitätsstörung (Excoriationen, Wunden, Geschwüre). Ganz andere Erscheinungen boten hingegen zwei andere Kaninchen dar, welche vorher gefüttert worden waren und welchen dieselbe Quantität Curare mit derselben Vorsicht, wie in den obengenannten Experimenten, in den Magen gebracht wurde. Nach Verlauf von 46 Minuten zeigte sich bei dem einen eine grosse Schwäche in den vorderen und hinteren Extremitäten, ein Wackeln u. s. w. 2$^1/_2$ Stunden nach der Vergiftung aber erholte sich das Thier und schien auch am zweiten und dritten Tage sich wohl zu befinden. Beim zweiten äusserte sich die Wirkung des Giftes nach 35 Minuten und der Tod erfolgte 2 Minuten später. Es zeigte bloss eine allgemeine Schwäche in den Gliedern und eine Athmungsbeschleunigung. Die Scheimhaut des Verdauungskanals hatte dasselbe Aussehen, wie in den beiden obenerwähnten Fällen; nur war der Magen durch eine bedeutende Menge grünen und mehlartigen Chymus ausgedehnt. Das fünfte Kaninchen endlich, welches ziemlich gut genährt war, bekam eine Auflösung von 0,062 Gram. Curare in 2 Gram. Wasser, bot aber, selbst einige Stunden nach dem Versuche, nichts Abnormes dar und blieb auch den folgenden Tag wohl.

Diese Versuche berechtigen mich zu dem Schlusse, dass das Curare von der Magenschleimhaut resorbirt wird und dass, wenn die Herren Bernard und Pelouze behaupten, dass dieses Gift, innerlich genommen, ganz und gar keine Wirkung hervorbringe, dies daher geschah, weil sie sich wahrscheinlich sehr kleiner Dosen bedient hatten und den Zustand des Magens und andere Individualitäten, welche die Wirkung der Gifte so oft modificiren, nicht berücksichtigten. Ihre Experimente, welche sie in ihrem Mémoire*) veröffentlicht haben, und welche die Nichtresorption des Curare durch die vom Körper eines Thieres getrennten Schleimhäute constatiren, sind also von weniger Bedeutung. Es ist seit langer Zeit bekannt, dass narkotische Gifte, direct in das Circulationssystem gebracht, weit schneller und stärker wirken, als wenn sie unmittelbar in den Verdauungskanal eingeführt würden. In dieser Beziehung muss ich aus meinen Experimenten schliessen, dass das spirituöse Brechnussextract dem Curare ganz analog sei. 0,01 Gramm des ersteren, Kaninchen

*) Comptes rendus des séances. Octobre 1850.

unter die Haut gebracht, rief bald nach 5, bald nach 7, manchmal aber nach 9 Minuten Tetanus und auch den Tod hervor, während 0,062 Gram., in den Magen eingeführt, zwar ebenfalls Tetanus mit allen charakteristischen Symptomen der Strychninvergiftung und endlich auch den Tod hervorbrachten, aber einmal erst nach 30 Minuten, ein anderes Mal erst nach einer Stunde. 0,062 Gramm dieses Extracts, in den Magen eines grossen Hundes gebracht, blieben ohne Wirkung; 0,03 Gram., wieder in den Magen eines andern grossen Hundes eingeführt, hatten nach Verlauf von 30 Minuten Tetanus zur Folge, welcher sich 4 mal wiederholte. Letzterer erholte sich nach 4 Stunden. Eine Woche darauf brachten 0,062 Gram. dieses Extracts, in das Unterhautzellgewebe desselben Hundes gebracht, leichte Zuckungen hervor; die Erholung ging rasch vor sich. Zwei Wochen darauf zogen 0,062 Gram. Curare, unter die Haut gebracht, bloss eine leichte Schwäche der Extremitäten nach sich; Erholung nach $1^1/_2$ Stunden. (NB. Das Thier hat bei der Operation etwas Blut verloren.) Einem anderen Hunde von mittlerer Grösse wurden 0,062 Gram. Brechnussextract unter die Haut gebracht; Wirkung nach 7, Tetanus und Tod nach 25 Minuten. 0,062 Gram. Curare einem Hunde, der von derselben Grösse und gut genährt war, in das Unterhautzellgewebe eingeführt, äusserten ihre Wirkung nach $7^1/_2$ Minuten unter allen charakteristischen Symptomen dieses Giftes; der Tod erfolgte nach 10 Minuten.

Aehnliche Resultate lieferten auch die an anderen Thieren oft wiederholten Experimente, denen ich das Brechnussextract sowohl unter die Haut, als in den Magen brachte.

II. Nach meinen Versuchen, die ich an Säugethieren angestellt habe, muss ich der Meinung des Hrn. Bernard beipflichten, dass das Curare lähmend auf die motorischen Nerven einwirke; in dieser Beziehung ist nun die Richtung seiner Wirkung der des Strychnin diametral entgegengesetzt. Ich muss jedoch bemerken, dass, wenn man die Nerven unmittelbar nach dem Tode reizt, die Contractionen der entsprechenden Muskeln nicht immer ausbleiben. Diese Contractionen stellt Cl. Bernard vollständig in Abrede. Ich habe Muskelcontractionen während einiger Minuten auf Stich oder Einschnitt in den Nervus ischiadicus erfolgen sehen. So konnten noch die gereizten Nerven eines Pferdes, dem eine Auflösung von 0,25 Gram. Curare in eine der Jugularvenen injicirt wurde und bei dem der Tod nach 9 Minuten erfolgte, Contractionen der Muskeln 10 Minuten nach dem Tode hervorrufen. Einmal rief ich Muskelcontractionen 15 Minuten

nach dem Tode bei einem Kaninchen hervor, unter dessen Haut ich 0,62 Gram. Curare, mit eben soviel Tanin vermischt, gebracht hatte (erste Wirkung nach 4½, Tod nach 10 Minuten). Ein anderes Mal contrahirten sich die Muskeln nach mehr als 5 Minuten nach dem Tode bei einem andern Kaninchen, welches durch eine unter die Haut gebrachte Mischung von 0,062 Gram. Curare, 0,02 Gram. Jod und 0,06 Gram. Jodkalium vergiftet wurde (Tod nach 10 Minuten). Obgleich es mir gelang, dergleichen Contractionen hervorzurufen, so bin ich doch geneigt, dieselben als Ausnahmen von der von Bernard festgestellten allgemeinen Regel zu betrachten — Ausnahmen, die durch eine noch unbestimmte Individualität der Thiere, schwächere Resorption des Giftes oder andere noch unerforschte Momente bedingt sind.

Bernard und in der letzteren Zeit auch Kölliker folgern aus ihren Versuchen, dass das Curare ganz und gar keine Wirkung auf ein Glied hervorbringe, dessen Blutcirculation mit dem arteriellen System des übrigen Organismus nicht communicirt. Sie schlossen daraus, dass das paralysirte Agens sich von der Peripherie nach dem Centrum hin fortpflanze. Diese Wirkungsart des Curare ist, wie es die nachfolgenden Experimente beweisen, der des Strychnins entgegengesetzt: bei Hunden und Kaninchen, die in Folge von Strychninvergiftung gestorben waren und bei denen man vorher den Nervus ischiadicus durchschnitten hatte, rief ich durch Reizung desselben Nerven Muskelcontractionen hervor, selbst 25 Minuten nachdem der nicht durchschnittene Nerv keine Contractionen mehr erzeugte. Dies beweist, dass das paralysirende Agens sich vom Centrum nach der Peripherie hin fortpflanze und dass die Durchschneidung der Nerven ihre Reizbarkeit in den durch Strychnin vergifteten Thieren unterhalte.

Um mich zu überzeugen, dass die eben angeführten Phänomene vom Strychnin herrühren, stellte ich ähnliche Versuche an solchen Thieren an, die durch Strangulation oder durch Coniin, Blausäure und andere Gifte getödtet worden waren. War die Dauer der durch Reizung des zuerst durchschnittenen Nerven erzeugten Muskelcontraction von der Dauer der Contraction, welche auf Reizung des unverletzten Nerven erfolgte, bisweilen auch verschieden, so belief sich der Unterschied doch nie mehr als auf 1 bis 2 Minuten. Wandte man aber statt des Strychnins Curare an, so waren auch die Erscheinungen ganz entgegengesetzt. Bei den Hunden und Kaninchen, deren Nervus ischiadicus an einer Seite bloss durchschnitten war, hörten die Contractionen gleichzeitig an beiden Seiten, gewöhnlich 1—½ Minu-

ten nach dem Tode, auf. Die angeführten Versuche bestätigen also die Meinungen von Cl. Bernard und Kölliker, dass die Richtung des durch das Curare erzeugten parylisirenden Agens der Richtung, welche man gewöhnlich bei Paralyse bemerkt, durchaus entgegengesetzt sei. Ganz andere Phänomene bemerkt man, wenn man die Cervicalpartie des Nervus sympathicus an einer Seite durchschneidet. Bei einem Kaninchen nämlich, bei dem diese Operation vor der Vergiftung vorgenommen worden war, bemerkte ich gegen das Ende der Wirkung eine Erweiterung der Pupille und das Hervortreten des Augapfels aus der Augenhöhle; obgleich dieses Phänomen zu gleicher Zeit an beiden Augen sich manifestirt, so ist es doch an der durchschnittenen Seite weniger entwickelt, als an der nicht verletzten, und selbst einige Zeit nach dem Tode kann man einen Unterschied zwischen den Durchmessern beider Pupillen bemerken. Dies geschieht auch bei der Wirkung des Strychnins: die Pupille erweitert sich während des Tetanus weit stärker an der unverletzten Seite, als an der durchschnittenen.

III. Das Curarin, von meinem Collegen J. Trapp nach der von Boussingault und Roulin angegebenen Methode bereitet, mit dem Unterschiede bloss, dass er sich auch des wässerigen Extracts dieses Giftes bediente, wurde in Pulverform zu 0,05 Gram. unter die Haut eines jungen und ziemlich mageren Kaninchens gebracht. Es erfolgten nach 13 Minuten ähnliche Erscheinungen, wie nach der Anwendung des Curare; Tod nach 40 Minuten. Auch waren die Erscheinungen der durch Reizung der Nerven erzeugten Muskelcontraction mit denen des Curare identisch. In Folge dieser Thatsache müssen wir die Annahme Jener in Zweifel ziehen, welche die einheimischen Bewohner Amerikas das Curare aus verschiedenen Arten von Lianen mit einem Zusatz von Schlangengift bereiten lassen.

IV. Es ist schwer, ein Antidot gegen das Curare zu finden, nachdem es, entweder in die Venen injicirt, in den Magen eingeführt oder durch das Unterhautzellgewebe resorbirt, in die thierische Oekonomie einmal gelangt ist. Das Curare, mit Tanin oder mit einer Auflösung von Jod in Jodkalium enthaltendem Wasser vermischt, zieht ebenfalls den Tod nach sich. Ich habe bemerkt, dass sogar 0,062 Gram. Curare, mit eben soviel Tanin oder 0,03 Gram. Jod vermischt, den Tod unter allen charakteristischen Symptomen der Curare zur Folge hatte und, obgleich die Muskelcontraction, welche durch die Reizung der Nerven hervorgerufen wurde, länger dauerte,

als wenn reines Curare in die thierische Oekonomie gelangt wäre, so vermag ich doch nicht zu entscheiden, ob dieses vom Antidot (Tannin oder Jod) herrührte oder die Individualität der Thiere diesen Unterschied in den Erscheinungen bedingte.

Obgleich ich nach der Application eines durch Vermischung einer Tanninlösung mit einer wässerigen Curarelösung erhaltenen Präcipitats (gerbstoffsaures Curarin) unter die Haut von Kaninchen keine Vergiftungserscheinungen wahrnehmen konnte, so sind doch im Allgemeinen die Antidota, nachdem das Curare seine Wirkung einmal hervorgebracht, nicht mehr im Stande, dieselbe zu ändern; ja das Strychnin selbst bringt keine Wirkung mehr hervor, sobald die des Curare sich manifestirt hat.

Ebenso kann auch das Curare die Wirkung des Strychnins nicht aufheben, wenn sich dieselbe kund zu geben begonnen hat. Nach einer Anwendung eines Strychninsalzes mit Curare, bemerkte ich keine zusammengesetzte Wirkung; meistentheils aber trat bald die Wirkung des einen, bald die des anderen Giftes hervor, und hing es erstens von der relativen Quantität, zweitens von der Form der angewandten Gifte ab; das Gift nämlich, welches sich leichter in Wasser auflöst und folglich am leichtesten resorbirt wird, äusserte auch seine Wirkung früher. Ich habe nie die Wirkung des Strychnins die des Curare aufheben sehen und umgekehrt, wenn diese Gifte zu gleicher Zeit, aber nur in hinlänglicher Quantität angewandt wurden, so dass die Ansichten derjenigen, die diese Gegenwirkung annehmen, in der Unzulänglichkeit der von ihnen angewandten Dosen ihre Erklärung finden können. Dass also das Curare oder das Strychnin als Antidota bei Vergiftung gegenseitig auf einander wirken, kann ich, meiner Erfahrung gemäss, nicht zugeben.

Man darf jedoch nicht vergessen, dass alle Versuche, die ich zur Zeit der Veröffentlichung dieses Artikels gemacht, an Säugethieren angestellt wurden. Später hatte ich Gelegenheit, mit diesen Giften noch eine Menge Versuche an Fröschen zu machen und besonders konnte ich mich im letzten Winter überzeugen, dass man mit Strychnin bei Fröschen hervorgebrachten Starrkrampf, durch unter die Haut gebrachtes Curare, leicht beseitigen könne, wie es auch Harley und Kölliker schon beobachtet. Zu diesen Versuchen wählte ich kräftige, sehr irritabele Frösche, bei denen man den durch Strychnin hervorgebrachten Starrkrampf wenigstens 14 Tage lang erhalten kann, vorausgesetzt, dass man dieselben in einer niedrigen Temperatur

aufbewahrt oder auf Eis legt *). Fünf bis zehn Minuten nach Anwendung des Curare verschwand der Tetanus, wie stark er auch gewesen sein mochte, gänzlich, und die dem Curare eigenthümliche Parese, mit all ihren charakteristischen Symptomen, vom Todte gefolgt, trat an dessen Stelle.

V. Die Gegenwart des Curare kann durch eine Reaction auf Curarin entdeckt werden. Die besten Reagentien für das letztere sind dieselben, wie beim Strychnin: ein Gemisch von Schwefelsäure mit chromsaurem Kali oder mit Kaliumeisencyanid. Die kleinste Quantität Curarin, in einem Tropfen Wasser bei Hinzufügung von etwas chromsaurem Kali oder Kaliumeisencyanid aufgelöst und mit einem Tropfen durch gleiche Theile destillirten Wassers verdünnter concentrirter Schwefelsäure vermischt, bringt eine braune Färbung hervor, welche unmittelbar darauf in ein in die Augen springendes Violettroth übergeht. Die rothe Färbung ist ziemlich stabil und ändert sich selbst beim leichten Erwärmen der Mischung nicht bald. Das mit concentrirter Schwefelsäure vereinigte Bleihyperoxyd, sowohl als die Behandlung durch Galvanismus sind ebenfalls gute Reagentien auf Curarin. Das Erstere bringt eine violette, der letztere eine rothe Färbung (am positiven Pole der galvanischen Kette) hervor. Ist aber die Quantität des Curare nicht hinreichend genug um aus demselben Curarin zu bekommen, so kannman auch auf eine Curarelösung reagiren, wobei statt eines schönen Roth eine ins Violette ziehende Färbung zum Vorschein kommt.

Folgerungen.

1) Das Curare bringt, ebenso wie das spirituöse Brechnussextract stets eine bestimmte Wirkung hervor, wenn es in den Verdauungskanal eingeführt wurde; seine Wirkung ist aber dann, unter gleichen Bedingungen von Seiten des Thieres, schwächer, als wenn es in eine Vene oder in das Unterhautzellgewebe gebracht wäre.

2) Wir haben ferner keinen Grund, dem Curare eine besondere Beschaffenheit oder eine besondere chemische Zusammensetzung (z. B. die Gegenwart von Schlangengift) zuzuschreiben, was sowohl einige ältere (Condamin, Pau, Bancrost), als neuere Experimentatoren (Bernard, Pelouze, Alvaro-Reynoso und Andere), zur Mein-

*) Siehe darüber Kunde, Verhandlungen der physikalisch-medizinischen Gesellschaft in Würzburg. 8. Bd. II. Heft. S. 175. 1857.

ung veranlasste, dass die Wirkung des Curare ganz eigener Art sei und dass dasselbe von der Magenschleimhaut nicht resorbirt würde.

3) Das Curare, als narkotisches Gift, ist denselben Gesetzen, wie das spirutuöse Brechnussextract und andere narkotische Gifte unterworfen; je magerer nämlich das Thier ist, je länger es gehungert hatte und je mehr sein Magen leer ist, desto stärker, schneller und deutlicher kommt die Wirkung des Curare zum Vorschein; entgegengesetzte Umstände können diese Wirkung bloss schwächen.

4) Die Muskelcontraction während der Reizung der Nerven hört nicht, wie es Bernard behauptet, immer unmittelbar nach dem Tode auf.

5) Die Behauptung Bernard's hingegen, dass die lähmende Wirkung, welche das Curare auf die Muskelnerven und endlich auch auf die Nervenstämme hervorbringt, der gewöhnlichen Richtung ganz entgegengesetzt sei, kann durch die Versuche an den vermittelst Curare vergifteten Thieren, bei denen der Nervus ischiadicus zuerst durchschnitten wurde, vollständig bestätigt werden.

6) Bei der Durchschneidung der Cervicalpartie des Nervus sympathicus scheint das Curare auf die Pupille der unverletzten Seite stärker zu wirken, als auf die der durchschnittenen.

7) Die Wirkung des Curarins ist der des Curare ganz anolog; und wir haben keinen Grund, im letzteren die Gegenwart von irgend einer unbekannten Substanz (Schlangengift u. a.) anzunehmen.

8) Weder Tannin, noch Jod oder Strychnin sind im Stande, die Wirkung des Curare aufzuheben, wenn es in hinlänglicher Quantität angewandt worden ist; seine Wirkung kann bloss scheinbar modificirt werden.

9) Weder das Curare, noch das Strychnin, in zur Vergiftung hinreichender Quantität gereicht, können gegenseitig als Antidota betrachtet werden, und dasjenige von beiden, welches leichter resorbirt wird, äussert auch meistens seine Wirkung früher.

10) Um die Gegenwart des Curare zu entdecken, muss auf Curarin ein gleiches Reagens angewandt werden, wie auf Strychnin, mit dem einzigen Unterschiede bloss, dass die durch Schwefelsäure mit chromsaurem Kali, mit Kaliumeisencyanid oder Bleihyperoxyd hervorgebrachte Färbung stabiler ist, als bei der Reaction auf Strychninsalze. Die Reaction des Galvanismus auf Curarin ist auch dieselbe, wie beim Strychnin.

X.

Einige Bemerkungen über die physiologische Wirkung der Pfeilgifte Java's: des Upas antiar und Upas tieuté.

Während meines Aufenthaltes in Paris, im Herbste des vergangenen Jahres, habe ich einige Versuche mit Upas antiar und Antiarin*) gemacht. — Die dabei angewandten Gifte verdankte ich der Güte der Herrn Professoren Mulder und Van Hasselt in Utrecht. — Einige Resultate, welche ich in Gemeinschaft mit Martin Magron bei mit diesen Giften angestellten Versuchen erhalten, habe ich der Société de biologie in der Sitzung vom 21. November 1857 überreicht.

Bei meiner Ankunft in Würzburg erfuhr ich durch meinen sehr geehrten Freund, den Professor Kölliker, dass er das Upas antiar von Borneo durch Christison und das von Java durch Horsfield in London erhalten, und dass er damit schon einige Versuche gemacht, deren Resultate er der physikalisch - medizinischen Gesellschaft daselbst in deren Sitzung vom 31. October 1857 mitgetheilt. Die Resultate seiner Versuche sind denen der unsrigen vollkommen ähnlich, und es wurden dieselben überdies noch von Professor Scharpey in London

*) Das Antiarin ist ein neutraler, farbloser, crystallisirbarer, in Wasser bei der gewöhnlichen Temperatur schwer löslicher Körper. Es besitzt keine der den organischen Basen zukommenden Eigenschaften; Mulder der es im Jahre 1838 aus dem alkoholischen Extracte des Upas antiar, einfach durch Crystallisation aus der wassrigen Lösung desselben dargestellt hat, fand zugleich dass es dieselben giftigen Eigenschaften mit Upas antiar gemein habe; dessen Formel (verdoppelt durch Gerhardt) $= C^{48} H^{20} O^{10}$.

der dieselben wiederholte, wie es aus einer brieflichen Mittheilung desselben an Professor Kölliker hervorgeht, bestätigt. Diese übereinstimmenden Facta, die wir an verschiedenen Orten, fast zu gleicher Zeit und unabhängig von einander ermittelten, dürften die Ergebnisse unserer Untersuchungen zur Evidenz erheben, die, was das Stillstehen des Herzens betrifft, auch mit den schon durch Horsfield, Sir Benjamin Brodie und Emmert (1809 bis 1815) gemachten Beobachtungen übereinstimmen. Ich lasse hier die Uebersetzung der von uns der Société de biologie zu Paris übergebenen Beobachtungen folgen.

1) Das Upas antiar und Antiarin einem Frosche unter das Zellgewebe gebracht, hebt die Herzthätigkeit desselben in sehr kurzer Zeit auf. Dieses Symptom hängt jedoch von der Menge des angewandten Giftes, der Lebenskraft des Thieres und der Circulationsthätigkeit ab und tritt von zwischen 5 und 10 Minuten, nach der Anwendung desselben, ein. Der Augenblick des Stillstehens des Herzens fällt in die Zeit der Systole und die Kammer ist alsdann blutleer.

2) Die Muskelreizbarkeit ist schnell sichtbar vermindert, und verschwindet nach sehr kurzer Zeit gänzlich.

3) Die motorischen Nerven behalten ihre Reizbarkeit noch einige Zeit lang fort.

Diese Erscheinungen, das Aufhören der Herzthätigkeit, die Verminderung der Muskelreizbarkeit bei noch fortbestehender Reizbarkeit der motorischen Nerven, unterscheiden die Wirkungen des Upas antiar genau von denen des Curare. Dazu kommt noch die Thatsache, dass man nach Upas antiar Vergiftungen manchmal Convulsionen und gedehnte Bewegungen beobachtet, welche, wie bekannt, in Folge von Curare Vergiftungen nie erscheinen.

5) Die Wirkung des Upas antiar aufs Herz scheint unabhängig von dem Nervensystem zu geschehen und in der That hemmt dieses Gift die Herzthätigkeit eines Frosches, dessen Verlängertes- und Rückenmark zuvor zerstört waren, ebensowohl, als die eines andern, der vorher keiner solchen Operation unterworfen worden war.

6) Das Herz eines sehr kräftigen Frosches mit oder ohne vorausgegangener Ligatur seiner Gefässe, in eine wässerige Lösung von Upas antiar getaucht, hört sehr bald auf zu schlagen. Die Muskeln des Schenkels verlieren unter denselben Bedingungen bald ihre Contractibilität, während der Ischiadicus, welcher in dieselbe Lösung ge-

taucht wurde, seine Reizbarkeit weniger schnell verliert, als diess geschieht, wenn man denselben in reines Wasser bringt. Dieselben Versuche mit Curare wiederholt zeigen, dass der Herzschlag lange fortbesteht, und die Muskeln, wie diess schon Bernard gezeigt, ihre Reizbarkeit noch sehr lange Zeit bewahren.

7) Bei der Massenligatur des Hinterschenkels eines Frosches, mit Ausschluss des Ischiadicus, beobachten wir, dass während in den drei nicht unterbundenen Gliedern die Muskelreizbarkeit schwand, dieselbe in dem unterbundenen noch lange fortbestand. Ausserdem zeigten sich, bei der Berührung der nicht unterbundenen Glieder, deutlich bemerkbare Reflexbewegungen an dem unterbundenen Gliede.

8) In allen Fällen, in denen wir an den Muskeln Convulsionen bemerkten, sahen wir deren Reizbarkeit eher verschwinden, als dorten wo dieses nicht der Fall war. Die örtliche Wirkung des Giftes auf die Muskeln wurde daraus klar ersichtlich, dass in der Extremität, auf die das Gift topisch wirkte, die Reizbarkeit schneller verschwand als in jenen, welchen es auf dem Wege der Circulation zugeführt wurde.

9) Vom Magen und Darmkanale wirkt das Upas antiar und Antiarin, ebenso wie vom Zellgewebe aus; nur muss man, wie von Curare und anderen narkotischen Giften, innerlich viel grössere Dosen geben, um Symptome von gleicher Intensität hervorzurufen, als diess bei Vergiftungen durchs Zellgewebe geschieht.

Aus dieser Zusammenstellung der von uns beobachteten Wirkungen des Upas antiar ersieht man, dass uns ausser den schon von andern Gelehrten beschriebenen Thatsachen, auch die lokale Wirkung desselben auf das Herz und die willkürlichen Muskeln nicht entging. Bei unsern Versuchen haben wir jedoch ausser Acht gelassen den Concentrations-Grad unserer Upas-Lösung zu bemerken, und man könnte uns, und zwar mit Recht, den Einwurf machen, dass die paralysirende Wirkung derselben auf Herz und Muskeln, sowohl durch zu starke, als auch zu schwache Lösungen des Giftes veranlasst werden konnte; denn Nerven und Muskeln verlieren ihre Reizbarkeit sowohl in destillirtem Wasser (wie schon Fontana und dann Kölliker durch seine erschöpfenden Versuche gezeigt), als auch in concentrirten Lösungen verschiedener neutraler Salze, des Zuckers, des Harnstoffs, des Gummi u. s. w. Ich musste daher solche Lösungen anwenden, die der Erhaltung der Irritabilität von Herz und Muskeln auf längere Zeit günstig waren. Ich untersuchte,

nach dem Vorgange Kölliker's*), Froschherzen und Muskeln unter der Einwirkung von verschiedenen Salzlösungen und fand dabei, dass eine ½ bis 1 procentige Kochsalzlösung am günstigsten für die Erhaltung von deren Reizbarkeit sei. In einer solchen Lösung konnte ich die vom Körper getrennten Gastrocnemii eines Frosches mehrere Tage lang vollkommen irritabel erhalten, während dieselben in stärkeren und schwächeren Lösungen ihre Reizempfänglichkeit durch den elektrischen Strom ziemlich schnell einbüssten und rigid wurden. Dabei bemerke ich, dass alle hierher gehörenden Versuche im Monate December und Januar gemacht und die betreffenden Muskeln jederzeit in einer Temperatur von + 5 bis 6° R, aufbewahrt wurden. Diese Temperatur fand ich zur Erhaltung der Muskelreizbarkeit sehr geeignet, und decapitirte Frösche behielten dieselbe gewöhnlich 7 bis 8 Tage und noch länger. Um unter den angegebenen Verhältnissen mit Upas antiar Versuche zu machen, nahm ich 10 Kubikcentimeter 1 procentiger Kochsalzlösung und fügte derselben ebensoviel destillirtes Wasser, in welchem 0,128 Gr. trockenen Upas antiars aufgelöst waren bei, so dass die ganze Lösung einer zwischen ½ bis 1 procentigen Kochsalzlösung gleich war. In dieser Lösung sah ich das Herz der Frösche immer zwischen von 10 und 18 Minuten stille stehen, und die Muskeln nahmen schon nach einigen Stunden bedeutend an Reizbarkeit ab und verloren dieselbe bald ganz und gar.

Der Verlust der Reizbarkeit derart vergifteter Muskeln verglichen mit dem der correspondirenden Glieder eines Frosches, die in einer reinen, ½ bis 1 procentigen Kochsalzlösung aufbewahrt waren, war bedeutend; und haben wir auch in einer speciellen Analyse, die ich in Gemeinschaft mit Professor Kölliker mit dem Volkmann'schen Myographion gemacht, gelegentlich gesehen, dass der Nutzeffect derjenigen Muskeln, welche in die oben beschriebene Upas antiar Lösung gelegt worden, beträchtlich vermindert war. Mehrere Male gelang es mir auch auf obige Art vergiftete, oder von bloss mit Upas antiar vergifteten Fröschen genommene Muskeln, nach gänzlich verschwundener Irritabilität, nachdem ich dieselben einige Stunden, bei einer Temperatur von + 5 bis 6° R., in eine ½ bis 1 procentige Kochsalzlösung gelegt hatte, wieder zu beleben. Es sind diess die Phänomene, die ich schon in dem Artikel über Schwefelcyankalium besprochen, die welche wir zugleich mit Kölliker bei unseren Versuchen über die Wirkung des Extractum

---

*) Verhandlungen der physikalisch-medizinischen Gesellschaft in Würzburg, 7 Bd. II. Heft. 1856. S. 145 u. ff.

tanghiniae veneniferae beobachteten und die man ohne Zweifel bei allen Muskelgiften wieder vorkommend, finden wird.

Manchmal konnte ich sogar zum zweiten Male vergiftete Muskeln durch diese Behandlung nochmals für Reize empfänglich machen. Mit dem Herzen war dieses äusserst schwierig und es gelang mir bei 40 Versuchen nur ein einziges mal ziemlich schwache Contractionen des Vorhofes zu beobachten, nachdem das Herz zuvor in einer Upas antiar Lösung seine Contractibilität verloren und darauf in die geeignete Kochsalzlösung gebracht worden war.

Mit einer kleinen Quantität des Upas tieuté (Oepas radja), einem anderen Pfeilgifte der Insel Java, welches ich ebenfalls von Van Hasselt erhalten, habe ich auch einige Versuche an Fröschen angestellt; konnte jedoch dessen Wirkungen in Nichts von denen des Extract. nucis vomicae oder der Strychninsalze abweichend finden. Keine einzige besondere Wirkung, die dieses Gift vor den ebengenannten auszeichnete, war zu erkennen, was nach den Analysen Pelletier's und Caventou's, die in diesem Gifte (welches aus der Cortex radicis Strychnos tieuté erhalten wird) Strychnin an eine Säure, wahrscheinlich an Igasursäure gebunden fanden, nicht wohl anders zu erwarten war.

XI.

Physiologisch-toxikologische Untersuchungen über die Wirkung des alkoholischen Extractes der Tanghinia venenifera.

Von A. Kölliker und E. Pelikan.

(Vorgetragen in der Sitzung der physikalisch-medizinischen Gesellschaft in Würzburg vom 12. Februar 1858.)

Der Tanghinia geschieht zuerst Erwähnung in Aubert Du Petit-Thouars's „Genera Madagascariensia" und sie wird dorten unter dem Namen Tanghinia veneniflua aufgeführt. Später gibt Hooker unter dem Namen „Cerbera Tanghin" im „Botanical-Magazine" eine vollständige Beschreibung und Abbildung derselben. Bojer gab in den „Botanical Miscellanies" von Dr. Hooker, Märzheft 1833, eine noch genauere Beschreibung; endlich findet sich dieselbe noch in Poiret's „Dictionaire de botanique" unter dem Namen Tanghinia venenifera beschrieben.

Die Tanghinia venenifera ist ein Baum der Insel Madagascar, der bis 30 Fuss Höhe erreicht und einen klebrigen gelatinösen Milchsaft enthält. Seine Blätter sind ganzrandig, lanzettförmig, in der Art derjenigen von Nerium Oleander oder Vinca arborea (eine Pflanze Madagascars, die man in Treibhäusern zieht). Die Blüthe dieser Pflanze ist von derselben Farbe und gleicht auch im Uebrigen derjenigen der beiden genannten Pflanzen sehr, wie sie denn auch gleich diesen der Familie der Apocyneen angehört. Die Frucht ist eine Steinbeere (Drupa) und zwar eine von jenen, die sich bei ihrer Reife nicht von selbst öffnen. In Gestalt und Grösse gleicht sie einer Citrone, mit glatter, gelber, hie und da rothgestreifter Oberfläche. Im Innern trägt sie einen dem des Pfirsichs ähnlichen Kern, der ebenso wie dieser mit Aushöhlungen und Rauhigkeiten versehen ist. Der Umstand, dass in der Tanghinia

venenifera der Kern der giftigste Theil der ganzen Pflanze ist, zeigt genügend die Analogie derselben mit den Strychnos-Arten, ein Genus, welches mehrere Botaniker (Rob. Brown z. B., dessen Ansicht auch Schenk theilt), den Apocyneen einverleibten. Einige andere führen die Strychneen als Gruppe einer eigenen den Apocyneen sehr nahe stehenden Familie, der Loganiaceae auf.

Man bedient sich der Tanghinia seit langer Zeit auf Madagascar in ähnlicher Weise, wie unsere Vorfahren die Feuer- und Wasserprobe anwandten. In den „Botanical Miscellanies" von Dr. Hooker finden sich zwei Briefe vom Jahre 1830 und 1831 von den Missionären J. T. Freeman und Eduard Baker an Herrn Charles Telfair gerichtet. Wir haben unsere Notizen über diesen barbarischen Gebrauch, der bis zum heutigen Tage noch fortbesteht, der Bibliothèque universelle de Genève 1833 T. III entnommen (wo obengenannte Briefe sich in der Uebersetzung finden) und führen wir nur zuvor die Aussage Dr. Lacroix's (Van Hasselt's Handleiding der Vergiftleer 1852 S. 432) an, welcher angibt, dass man im Laufe der letzten 12 Jahre auf Madagascar, vermittelst der Tanghinia, 12,000 Verbrecher entdeckt habe.

„Das unter dem Namen Tanghen, Tanghin oder Tanghena bekannte Gift, „sagt der Rev. Freeman," wird angewandt, um solche Personen, die man der Hexerei verdächtig, oder vom bösen Geiste besessen hält, zu entdecken. Aber auch thatsächlichere Verbrechen, wie Diebstahl und Mord, hat man dadurch zu ermitteln gesucht, und man bedient sich desselben häufig, um streitige Eigenthumsfragen zu schlichten, oder kleinere Diebereien an den Tag zu bringen. Zu diesem Zwecke gibt man das Gift den Hunden der streitenden Parteien und derjenige, dessen Hund an dem Gifte zu Grunde geht, ist der durchs Gesetz bestimmten Strafe unterworfen. An einigen Orten wird das Urtheil vom Leben oder Tode derjenigen, die das Tanghena trinken, abhängig gemacht. Stirbt der Angeklagte an der ihm verabreichten Dosis, so war er sicherlich schuldig; überlebt er die Wirkung derselben, so ist dadurch seine Unschuld bewiesen." Zu Emerina, wo Herr Freeman eine Zeit lang sich aufhielt, hat er gesehen, dass das Tanghena nur dann beweiskräftig für die Unschuld des Angeklagten wird, wenn es als sehr kräftiges Brechmittel wirkt. Die Untersuchung wird auf folgende Weise geführt: „Der Angeklagte, nachdem er so viel gekochten Reis als irgend möglich zu sich genommen, verschlingt, ohne sie zu kauen, drei Fetzen einer Vogelhaut, jeder ungefähr von der Grösse eines Thalers. Alsdann lässt man ihn

den Probetrank, der in etwas gepulverter Tanghenanuss mit Bananensaft gemischt besteht, nehmen. Der Panazon doha (derjenige der die Verwünschung ausspricht) legt seine Hand auf den Kopf des Angeklagten und spricht die Verwünschungsformel aus, indem er alle Arten von Ungemach auf sein Haupt beschwört, für den Fall, dass er schuldig wäre. Kurz nachher erhält der Delinquent grosse Mengen von Reiswasser. Der Erfolg dieser Behandlung ist ein copiöses Erbrechen, und findet man in dem Ausgebrochenen die drei Stücke der Vogelhaut, so gilt diess, vor dem Forum des madagascarischen Gesetzes und der Moral, als ein Zeichen seiner Unschuld. Der Angeklagte wird freigesprochen und Alles endet gut. Ist diess jedoch nicht der Fall, so ist er schuldig, und der Makel des Verbrechens ist unauslöschlich und haftet an ihm für alle Zeiten. „Manchmal," fügt der Rev. Freeman bei, „wirkt das ätzende Gift so scharf und schnell, dass der Delinquent während der Untersuchung stirbt. Hat diese Untersuchung die Schuld des Angeklagten dargethan, so erschlägt man ihn gewöhnlich mit der Keule, deren man sich bedient, um den Reis zu zerstossen und das Gehirn des unglücklichen Opfers wird auf der Stelle zerschmettert. Zuweilen strangulirt man ihn, oder man überlässt ihn unter den schrecklichsten Qualen des Giftes sich selbst, und sogar seine Familie und Freunde kehren ihm den Rücken."

Obgleich man nun aus diesen und ähnlichen Erzählungen deutlich genug ersieht, dass die Thanginia venenifera ein heftig wirkendes Gift enthält, so wusste man doch bisher über die physiologischen Eigenschaften desselben nur wenig, und es lassen selbst die chemischen Analysen der Früchte derselben noch vieles zu wünschen übrig. Die Analyse der Schalen der Saamen ergab: Holzfaser und sehr wenig Harz; in der Asche derselben Kalk und Eisenoxyd; in den Steinkernen einen weissen, krystallinischen, neutralen Stoff, den sogenannten Tanghin-Campher (Tanghicin); ein farbloses fettes Oel; einen in Wasser und Weingeist löslichen, nicht krystallinischen, rothbraunen, bitterlichen, Lackmus röthenden, Extractivstoff, der mit Säuren eine grünliche, mit Alkalien eine bräunliche Farbe annimmt (Tanghinin); Spuren von Gummi; viel Eiweiss (Emulsin?); Holzfaser; und in der Asche Kalk und Eisenoxyd (O. Henry und Ollivier). Man vermuthet im Tanghicin die irritirenden und im Tanghinin die narkotischen Eigenschaften; so dass man die Früchte der Tanghinia als ein narkotisch-reizendes Gift betrachtet. Einige reihen sie auch, nach Analogie, an die Fabae St. Ignatii und stellen sie daher zu den Tetanus verursachenden Giften.

Man hält einen einzigen Steinkern im Gewichte von einer halben Drachme bis zu zwei Scrupeln für hinreichend, zwanzig Menschen zu vergiften, und es wäre demnach eine Dosis von 1½ bis 2 Gran schon hinreichend, bedenkliche Symptome hervorzubringen. Ollivier fand, dass eine Dosis von 12 Gran einen Hund von mittlerer Grösse in einer Stunde tödtete; bei der Section fand er, ausser Spuren einer Phlogose in den Digestionswegen, nichts Bemerkenswerthes.

Vor Kurzem erhielt der eine von uns, einige Zweige dieser Pflanze durch die Güte des Grafen Seydevitz, und obgleich die Frucht fehlte, beschlossen wir dennoch die physiologische Wirkung des alkoholischen Extractes der Blätter und Stengel der Tanghinia zu untersuchen. Die Stelle dieser Pflanze in der Familie der Apocyneen, ihre Aehnlichkeit mit den Strychnos-Arten, die uns die heftigst wirkenden Alkaloide, welche man kennt, das Strychnin, das Brucin, das Curarin liefern, all dieses berechtigte uns schon a priori anzunehmen, dass wir in dem Extracte seiner Blätter und Stengel eine specielle Wirkung finden würden. Die Erfahrung hat nun nach einigen Versuchen, die wir an Fröschen gemacht, unsere Voraussetzung vollkommen gerechtfertigt.

Herr Apotheker v. Hertlein hatte die Freundlichkeit, die Bereitung dieses Extractes für uns zu übernehmen. Es geschah dies auf folgende Weise: 5 Grm. der zerkleinerten Blätter und Stengel wurden in einem Kochkölbchen mit 250 Grm. Alkohol von 84% übergossen, und mehrere Tage digerirt, darauf das Gemenge zum Kochen erhitzt und die geistige Flüssigkeit durch Filtriren von den Pflanzentheilen getrennt. Letztere wurden mit heissem Alkohol so lange ausgewaschen, als derselbe noch gefärbt durchlief. Die vereinigten geistigen Auszüge wurden an freier Luft der Verdunstung überlassen, worauf 0,65 Grm. eines grünen, narkotisch riechenden Extractes zurückblieben. Dieses Extract von sehr bitterem Geschmacke, löst sich schwer in Wasser.

Der wässrige Auszug desselben hinterliess, bei langsamer Verdunstung über Schwefelsäure, eine syrupdicke, Lackmus röthende Flüssigkeit, aus der sich allmählig mikroscopische Krystalle (rhombische Prismen) ausschieden.

Die geringe Menge von Extract, die uns zu Gebote stand, erlaubte uns nur 21 Versuche an Fröschen zu machen. Obgleich diese Anzahl, wie wir gestehen, nicht hinreichend gross ist, um daraus endgültige Schlüsse zu ziehen, glauben wir doch, dass wir durch unsere Beobachtungen im Stande sind, einige nicht uninteres-

sante Data zur Kenntniss der physiologischen Wirkungen des alkoholischen Extractes der Tanghinia beizubringen.

Wir haben dieses Extract mit Wasser befeuchtet, oder in etwas Alkohol von 83% aufgelöst, Fröschen innerlich gegeben, oder es denselben unter die Haut ins Zellgewebe gebracht. Im ersten Falle musste die Dosis, um einen dem andern gleichen Effekt hervorzubringen, natürlich eine beträchtlichere sein. Im Allgemeinen war eine Dosis von circa 0,01 bis 0,05 Gr. hinreichend, um Intoxication hervorzubringen, — erstere, wenn dasselbe unter die Haut in das Zellgewebe gebracht wurde.

Das erste auffallende Symptom, welches wir bemerkten, war seine Wirkung auf das Herz, dessen Bewegungen es zuerst beschleunigte, wornach dieselben unregelmässig wurden, und in ziemlich kurzer Zeit (in 5 bis 15 Minuten) gänzlich aufhörten. Dabei waren weder Convulsionen noch Tetanus der Glieder zu bemerken. Nachdem die Herzthätigkeit erloschen, verschwanden mehr oder weniger schnell, zuerst die willkürlichen Bewegungen (die zuweilen noch ziemlich lebhaft sind), die Reflexe, alsdann die Reizbarkeit der motorischen Nerven und zuletzt die Muskelreizbarkeit. Diese letztere erlosch jedoch nicht so schnell, als dies nach Upas antiar zu geschehen pflegt. In den Fällen, in welchen zuvor das Verlängerte- und Rückenmark zerstört wurde, erschien die Wirkung auf das Herz nicht weniger schnell, dagegen trat die paralysirende Wirkung auf die Nerven und Muskeln weniger rasch ein, was ohne Zweifel, einestheils im Blutverluste, der eine solche Operation nothwendig immer begleitet, andererseits in der gestörten Blutcirculation und dem daraus folgenden langsameren Hinzutreten des Giftes zu Nerven und Muskeln, seine Erklärung findet. Es scheint demnach, dass dieses Gift auf das Herz und die Muskeln zu gleicher Zeit wirkt, und es wurde dies durch solche Versuche, bei denen wir zuvor den Nervus ischiadicus durchschnitten, oder eine Ligature en masse mit Auschluss der Nerven um das Glied anlegten, noch mehr bestätigt. Im ersten Falle, bei der Durchschneidung des Nerven, verschwindet Nerven- und Muskelreizbarkeit auf der operirten Seite ebenso, wie auf der andern Seite, selbst etwas früher; im andern Falle, bei der Massenunterbindung mit Ausschluss des Nerven, erhält sie sich auf der operirten Seite fast eben so lange wie bei einem nicht vergifteten Thiere, während sie auf der andern Seite schon zu Grunde geht. Dieses Gift verhält sich daher, was das Verschwinden der Muskelreizbarkeit anbetrifft, ganz wie das Upas

antiar; und was das Erlöschen der Reizbarkeit der motorischen Nerven anbelangt, wie das Curare, jedoch mit dem Unterschiede, dass hier die Nervenstämme primitiv afficirt werden, während das Curare auf die Nerven innerhalb der Muskeln wirkt. Diese Phänomene lassen sich auf keine andere Weise erklären, als durch die unmittelbare Wirkung dieses Giftes auf die Muskeln und motorischen Nerven, nur muss man zur Erklärung des Umstandes, dass in dem Gliede mit durchschnittenem Nerven die Vergiftung etwas früher eintrat, in Berücksichtigung ziehen, dass in diesem Falle die in Folge der Operation beschleunigte Circulation mehr Blut und somit auch mehr Gift in dieses Bein führte, als in das der andern Seite.

Es bestand auch ein merklicher Unterschied in den Ergebnissen unserer Versuche, je nachdem wir die Frösche unter einer Glasglocke in einem Zimmer, dessen Temperatur 15 bis 16° R. oder in einem Raume von bedeutend niedrigerer Temperatur (5 bis 6° R.) untersuchten *). Im letzteren Falle haben wir einmal gesehen, dass nicht allein die Nerven- und Muskelreizbarkeit beträchtlich länger fortbestand (mehr als 24 Stunden), sondern auch, dass das Herz, welches schon gänzlich aufgehört hatte zu schlagen, von Neuem zu pulsiren anfing, so dass wir einige Pulsationen der Vorkammer, ja sogar der Kammer beobachten konnten. Dieses Phänomen war jedoch nur während drei Minuten zu bemerken. Obgleich nun die Muskelreizbarkeit manchmal noch lange nach dem Verschwinden der Herzthätigkeit fortbestand, so ist die Energie der Zusammenziehungen der Muskeln und insbesondere durch dieselben hervorgebrachte Nutzeffekt nicht mit demjenigen gesunder Muskeln zu vergleichen, wie eine Reihe von Versuchen mit Volkmann's Myographion lehrten. Ueber diese Verhältnisse werden wir jedoch in einem andern Artikel berichten, dessen Zweck es sein wird, die Grösse der Irritabilität der Froschmuskeln nach Vergiftungen mit Curare und einigen anderen narkotischen Giften zu bestimmen.

Wir lassen nun die Einzelnheiten einiger Versuche folgen.

I. Versuch. Einem Frosche wird 0,01 Grm. des Extractes, in einigen Tropfen Alkohol aufgelöst, unter das Zellgewebe des Rückens gebracht, und das Herz blossgelegt.

---

*) Man darf jedoch nicht vergessen, dass die Muskeln eines amputirten Froschgliedes sehr lange ihre Reizbarkeit beibehalten, wenn man dieselben in einer niedrigeren Temperatur, z. B. von nicht über + 5° bis 6° R., wie wir dies gethan, aufbewahrt. Unter diesen Bedingungen konnten wir Froschmuskeln sogar 7 Tage lang und darüber vollkommen für Reize empfindlich erhalten.

In 7 Minuten hört die Contraction der Kammer auf; sie strotzt von Blute.

In 8 Minuten die Kammer fast leer. Contraction der Vorhöfe.

In 10 Minuten. Ebenso.

„ 13 „ Aufhören der Herzcontractionen. Willkürliche Bewegungen und Reflexe sehr stark.

In 42 Minuten. Willkürliche Bewegungen haben aufgehört.

1 Stunde 15 Minuten. Die Reflexbewegungen haben auch aufgehört; die Nerven und Muskeln sind noch sehr reizbar.

3 Stunden 25 Minuten. Die Nerven haben ihre Reizbarkeit verloren; die Muskelreizbarkeit besteht nach derselben noch über 2 Stunden fort. (Der Frosch war im Zimmer von 15 bis 16° R. geblieben.)

II. **Versuch**, an einem grossen Frosche.

Das Gehirn und Rückenmark zerstört; das Herz blosgelegt; dieselbe Menge des Extractes in alkoholischer Auflösung unter das Zellgewebe am Bauche eingespritzt.

Nach	1	Minute zählt man	40	Pulsationen an der Kammer.
„	2	„	„	
„	3	„	44	
„	5	„	40	
„	6	„	39	
„	7	„	40	
„	8	„	36	unregelmässige Pulsationen.
„	9	„	34	
„	10	„	21	
„	11	„	5	
„	12	„	0	in den Vorkammern.
„	13	„	4	
„	14	„	4	
„	15	„	3	
„	16	„	3	
„	17	„	2	
„	18	„	0	

Der Ventrikel ist vollkommen blutleer. Die willkürliche Bewegungen sind noch nach ½ Stunde vorhanden; nach 18 Stunden sind Nerven und Muskeln noch reizbar; nach 24 Stunden war die Reizbarkeit beträchtlich vermindert, und verschwand einige Stunden nachher ganz und gar. (Der Frosch war in einer Temperatur von + 5° bis 6° R. aufbewahrt worden).

Versuche III und IV unter denselben Umständen angestellt, gaben sehr ähnliche Resultate.

Versuch V. Einem grossen Frosche wurde auf der rechten Seite der Plexus ischiadicus durchgeschnitten und demselben ein Centigramm des Extractes unter das Zellgewebe am Rücken gebracht. Das blossgelegte Herz contrahirt sich nach 11 Minuten nicht mehr und ist blutleer.

Nach einer Stunde und 55 Minuten ist der Nerv an der operirten Seite todt; der an der nicht operirten Seite reagirt schwach auf Reize. 5 Stunden 20 Minuten. Die Muskeln todt. Diejenigen auf der operirten Seite schon ½ Stunde vor denen der andern.

Versuche VI, VII und VIII, unter denselben Bedingungen angestellt, gaben gleiche Resultate, mit dem Unterschiede, dass in einem derselben das Herz nach 5 Minuten, in den beiden andern nach 7 und 8 Minuten zu schlagen aufhörte, und dass bei zweien der Frösche, die einer niedrigen Temperatur ausgesetzt waren, die Nerven- und Muskelreizbarkeit länger andauerte.

Versuche IX und X. Die Nerven wurden gleichfalls durchschnitten, und die nicht operirten hintern Extremitäten, nach vorheriger Unterbindung des Oberschenkels derselben, entfernt und an einem kalten Orte aufbewahrt; alsdann, nachdem die Frösche vergiftet und die Herzthätigkeit aufgehört, wurden auch die operirten Glieder abgetrennt und an demselben kalten Orte aufbewahrt. Die Untersuchung dieser Glieder, 2½ Stunden nach der Vergiftung, ergab eine beträchtliche Verminderung der Muskelreizbarkeit in den Gliedern, die nach der Vergiftung entfernt waren, im Vergleich zu derjenigen der Glieder, die vor derselben abgetrennt worden waren.

Versuche XI und XII. Unter denselben Umständen, jedoch ohne vorhergegangenes Durchschneiden der Nerv. ischiadici, gaben gleiche Resultate.

Versuche XIII und XIV. Ligature en masse mit Verschonung des Nerv. ischiadici. Vergiftung durch das Zellgewebe des Rückens mit 0,02 Grm. des Extractes. Das Herz hört nach 9 bis 12 Minuten auf zu schlagen, die willkürlichen Bewegungen hören bald auf; die Reflexe bestehen noch ungefähr eine Stunde und 45 Minuten fort. Die Nervenreizbarkeit existirt noch nach 24 Stunden auf der operirten Seite, die der Muskeln noch länger, während sie auf der nicht unterbundenen Seite schon nach 8½ Stunden aufhört, um welche Zeit die Muskeln nur mehr sehr unbedeutend reizbar sind. Die Frösche waren in einer Temperatur von 15 bis 16° R. gehalten worden.

Die weiteren 7 Versuche sind solche, in welchen das Extract. Tanghiniae veneniferae in wässeriger Auflösung (derjenigen, in welcher sich die oben angeführten Krystalle befanden) angewandt, solche bei denen die alkoholische Lösung durch den Mund beige-

bracht, oder in das Unterhautzellgewebe, jedoch ohne weitere Vorbereitung der Frösche, eingespritzt wurde. Alle gaben dieselben Resultate, was das ziemlich rasche Stillestehen der Herzthätigkeit mit blutleerem Zustande der Kammer und die fortschreitende Verminderung der Nerven- und Muskelreizbarkeit betrifft. Nie haben wir irgend ein Zeichen, welches auf eine Entzündung im Speisekanale hinzeigte, gesehen. Manchmal gelang es uns auch die Musculi gastrocnemii, die ihre Reizbarkeit gänzlich verloren hatten, wieder zu beleben, indem wir dieselben, bei niedriger Temperatur, einige Zeit lang in eine $^1/_2$procentige Kochsalzlösung legten. Gleiche Wiederbelegungsversuche mit dem Herzen angestellt, gelangen uns nie, obgleich wir einmal eine spontane Wiederherstellung der Herzthätigkeit gesehen. (s. oben.)

Nach diesen Versuchen an Fröschen, glauben wir uns zu folgenden Schlüssen über die physiologische Wirkungsweise des Extractum alcoholicum Tanghiniae veneniferae berechtigt:

1) **Das Extr. al. Tangh. ven. besitzt keine Eigenschaften, die dazu berechtigen, es unter die Klasse der tetanischen Gifte zu stellen.**

2) Seine Wirkung äussert sich vorzüglich auf das Herz, dessen Thätigkeit es lähmt, einen blutleeren Zustand der Kammer hinterlassend, und zwar ebenso rasch auf das Herz eines Frosches, dessen verlängertes Mark und Rückenmark zuvor zerstört worden, als auf das eines solchen, an dem zuvor keine derartige Operation vorgenommen worden, — zum Beweise, dass diese Wirkung eine directe und nicht eine bloss durch das verlängerte Mark etc. vermittelte ist.

3) In zweiter Linie paralysirt es die motorischen Nerven in der Richtung vom Centrum zur Peripherie.

4) In dritter Linie lähmt es die Muskeln der willkürlichen Bewegung; und wir betrachten es demgemäss

5) als ein specifisches Gift für das Herz und die Muskeln, in der Art jedoch, dass es die Muskeln weniger rasch lähmt, als Upas antiar, Veratrin und Schwefelcyankalium; mit Bezug auf die Herzlähmung dagegen dem Antiar fast gleich steht, und die andern beiden Gifte bedeutend übertrifft.

Nachtrag.

Wir lassen hier die mikroskopische Untersuchung der Pflanze, die wir der Güte des Herrn Professor **Schenk** verdanken, folgen.

„Die von mir untersuchten Theile gehören den einjährigen Trieben an.

1) Der Queerschnitt des jährigen Zweiges zeigte nach aussen die Epidermiszellen, unter welchen sogleich die Colenchymzellen der äusseren Rindenschichte, mit Ausnahme jener Stellen, an welchen eine partielle Borkenbildung aufgetreten, liegen. In diesem Falle befinden sich unter den Epidermiszellen zwei Reihen Borkezellen, und dann erst folgen die Colenchymzellen. Die Aussenwand der Epidermiszellen ist durch sogenannte Cuticularschichten ziemlich stark verdickt, die Cuticula dagegen sehr wenig entwickelt. Die Colenchymzellen weichen in ihrem Verhalten von den gewöhnlichen Verhältnissen derselben nicht ab. Sie enthalten in der getrockneten Pflanze einen braunen, harzartigen Inhalt, ohne Zweifel verändertes Chlorophyl. In dieser Schichte liegen dann noch grosse Zellen mit Krystallen von oxalsaurem Kalk und ausserdem Milchsaft führende Zellen, welche theils unmittelbar unter der Epidermis, theils in dem übrigen Gewebe der äusseren Rindenschichte zerstreut liegen, nebst diesen noch Harz enthaltende Zellen. — Auf diese folgt die Bastschichte; sie besteht aus rundlichen Gruppen dickwandiger queerlänglicher, etwas unregelmässiger Bastzellen; umgeben sind diese Gruppen von dem dünnwandigen Gewebe dieser Schichte, welches, als Markstrahlen der Rinde, die einzelnen Gruppen sondert, und in dem auf das Cambialzellgewebe angränzenden Theile ebenfalls Krystalle von oxalsaurem Kalk enthält. — Auf das Cambialzellgewebe folgt der Holzkörper, der aus wenig verdickten, mit Kanälen versehenen, länglich viereckigen Holzzellen und zahlreichen Gefässen besteht. Da die einjährigen Zweige hohl sind, so sind vom Markzellgewebe nur einzelne Partien vorhanden, in welchen sich ebenfalls grosse Zellen mit Krystallen und jene, schon bei der äusseren Rindenschichte erwähnten, Milchsaftzellen finden.

2) Die Untersuchung von Längsschnitten, namentlich nach Behandlung mit chlorsaurem Kali in Salpetersäure, ergibt, dass die Milchsaftzellen der Colenchymschichte der Rinde kugelig, die Bastzellen sehr lang, aber unverästelt sind. — Aether löst den braunen Inhalt so wie den Milchsaft vollständig auf. Jod und Schwefelsäure färbt

sämmtliches Zellgewebe der Rinde blau, nur die sogenannte Interzellularsubstanz tritt in zarten, netzförmig verbundenen Linien braun gefärbt hervor.

3) In dem die Gefässbündel des Blattes und der Blattstiele begleitenden Zellgewebe, finden sich ebenfalls Milchsaft und Harz enthaltene Zellen."

XII.

Physiologisch-toxikologische Versuche mit Cyclamin,

nebst einigen Bemerkungen über toxikologische Experimente an Fröschen im Allgemeinen.

Während meines Aufenthaltes im vergangenen Herbste in Paris, hatte Herr de Luca die Güte mir etwas Cyclamin, den wirksamen Bestandtheil der Knollen des Cyclamen europaeum (Erdscheibe, Saubrod), einer Pflanze aus der Familie der Primulaceen, zu geben. Herr de Luca bereitete das Cyclamin aus den Wurzelknollen der Pflanze und es hat derselbe die Ergebnisse der chemischen Analyse derselben und einiger Versuche mit dem Safte der Wurzel in einem Memoire der Académie des Sciences zu Paris mitgetheilt. Auch Cl. Bernard hat Versuche an Thieren mit dem Safte dieser Knollen angestellt und beschreibt dessen Wirkung in seinem Werke: Leçons sur les effets des substances toxiques etc. Paris 1857 S. 304. Man weiss, dass der Saft der Knollen früher als Pfeilgift gebraucht wurde und einen Bestandtheil des Emplastrum diabotanum (Unguentum arthanitae) ausmachte. Landerer in Athen (Buchner's Repertorium für die Pharmacie, zweite Reihe 9. Band S. 246) gibt an, dass man sich der Radix Cyclaminis unter dem Namen Jersumunu, in Constantinopel mit gutem Erfolge, gegen Hämorrhoïden bedient; so wie auch (im 42. Bande, 2. Reihe desselben Werkes S. 252) dieser Autor das Mittel, als in Pelopones gegen rheumatische und arthritische Schmerzen in grossem Rufe stehend, anführt.

Gegenwärtig gebrauchen die Sicilianer und besonders die Calabresen die Wurzelknollen, um Süsswasserfische zu fangen. Ihr Verfahren dabei beschreibt de Luca auf folgende Weise: „man zerdrückt die Knollen und macht davon einen Teig, den man in einen starken Sack einfüllt; diesen legt man um die Mittagszeit, bei starker Hitze und hellem, wolkenlosem Himmel, in die Mitte eines Flusses,

tritt alsdann auf den Sack, damit sich der Saft mit dem Flusswasser vermische. Zugleich entsteht eine grosse Menge Schaumes, der vom Strome fortgeführt, bald die Fische betäubt und sie auf dem Wasser schwimmend erscheinen lässt, zuerst die Kleinen, welche erstarrt scheinen, dann die Grossen, die unter heftiger Anstrengung das Ufer zu erreichen suchen, wo man sie mit Leichtigkeit fängt. Für besondere Fälle bindet man an's Ende eines langen Stockes einen kleinen Sack, angefüllt mit den zerstampften Wurzelknollen und bringt diesen in die Felsenspalten unter dem Wasser. Die Fische werden dadurch gezwungen aus ihren Schlupfwinkeln hervorzukommen, und gehen in die ihnen vorher gestellten Netze."

Der brennend scharfe Geschmack dieser Wurzel hat schon früh die Aufmerksamkeit der Aerzte auf sich gezogen, und es suchten sie dieselben als Heilmittel zu verwenden. Schon Dioscorides empfiehlt das Cyclamen um die Aussonderung des Schleimes und Wassers aus dem Körper zu befördern. Es treibt, sagt er, die Menses und kann sogar Abortus verursachen; es beschleunigt den Geburtsakt und dient auch als Antidot gegen Schlangenbiss. Auch Gelbsucht (regium morbum) soll das Cyclamen heilen, nur müsse man sich in diesem Falle, bei dessen Anwendung, vor Erkältung hüten, ja im Gegentheile möglichst warm halten und die Ausdünstung befördern. Ferner heisst es bei Dioscorides: „Der Saft von Cyclamen reinigt durch die Nase gezogen, das Haupt; mit Essig innerlich genommen, befördert er die Darmausleerungen, ja das Einreiben desselben um den Nabel genügt schon diese Wirkung hervorzubringen." — Ein aus dem frisch ausgepressten Wurzelsafte bereitetes Extract, oder dieser Saft mit Honig und Essig gemischt, oder das Pulver aus der Wurzel, zu Gaben von einer Drachme, oder auch ein Decoct aus einer halben Unze wurden verordnet. Auch der Araber Mesue rühmt die Wurzel von Cyclamen als herrliches Mittel zur Auflösung und Abführung des zähen Schleimes, gegen Verstopfung, Wassersucht, Gelbsucht u. s. w.

Im vorigen Jahrhundert war die Rad. Cyclaminis noch in manchen Dispensatorien und Pharmacopöen aufgeführt, z. B. im Braunschweigischen Dispensatorium von 1777; in der Würzburger Pharmacopöe von 1796 und in der Würtemberger von 1793. Von späteren Pharmacopöen findet man sie nur noch im Codex medicamentarius parisiensis 1818 und in der Ferrara'schen Pharmacopöe von 1815. Die Homöopathen haben das Cyclamen jedoch schon in ihren Arzneischatz aufgenommen.

Das Cyclamin, wie es Hr. de Luca durch freiwilliges Abdampfen einer weingeistigen Lösung des alkoholischen Extractes der Wurzelknollen gewinnt, bietet folgende Eigenschaften dar:

Es ist eine amorphe, weisse, geruchlose, undurchsichtige Substanz, zerreiblich, locker und neutral; feuchter Luft ausgesetzt, nimmt sein Volumen zu, indem es eine grosse Menge Wasser absorbirt. In Berührung mit kaltem Wasser, erlangt es eine gewisse Durchsichtigkeit und bekommt das Ansehen einer sehr klebrigen und schmierigen Gallerte. Bei der freiwilligen Verdunstung der kalt bereiteten, oder beim Erkalten der heiss bereiteten alkoholischen Lösung desselben, setzt es sich in Form kleiner, weisser, amorpher Anhäufungen ab, welche unter dem directen Einflusse des Lichtes braun werden. Es löst sich leicht in kaltem Wasser; diese Lösung bildet, beim Schütteln, einen reichlichen Schaum wie Seifenwasser, und besitzt ausserdem die sonderbare Eigenschaft, bei einer Temperatur von 60—75°, zu coaguliren wie Eiweiss. Nach dem Erkalten oder nach zwei- oder dreitägiger Ruhe, löst sich der coagulirte Theil in der überstehenden Flüssigkeit wieder auf und kann beim Erwärmen von Neuem gerinnen; bei der Einwirkung von Synaptas und bei gelinder Wärme, spaltet es sich unter Bildung von Glykose; Essigsäure löst es in der Kälte, Chlorwasserstoffsäure löst es ebenfalls bei ungefähr 80° unter Spaltung und Bildung von Glykose; concentrirte Schwefelsäure erzeugt mit Cyclamin eine intensiv rothviolette Färbung, welche auf Zusatz von viel Wasser verschwindet, indem sich zugleich ein weisser Niederschlag bildet. Das Cyclamin ist geruchlos, sein Geschmack tritt einige Sekunden, nachdem man es auf die Zunge gebracht, mit einer ganz eigenthümlichen Schärfe auf, die besonders den Kehlkopf afficirt. Das Quecksilberchlorid übt in der Kälte auf die wässerige Cyclaminlösung keine Wirkung aus, während Gallussäure dieselbe coagulirt; mit Bierhefe gährt Cyclamin nicht und reducirt auch nicht das weinsteinsaure Kupferoxydkali; seine wässerige Lösung wird von Jod nicht, selbst nicht nach der Coagulation durch Wärme gefärbt.

Ohne den Werth der interessanten Abhandlung de Luca's schmälern zu wollen, dürfen wir dennoch nicht unterlassen, die Resultate zu erwähnen, die andere Chemiker bei Untersuchung des Cyclamen europaeum erzielten. Eine Analyse Saladins's, die man ausführlich im Journal de Chimie médicale (Tom. 17 p. 417) findet, und deren Résumé wir Wiggers's Pharmacognosie entnehmen, ergab, ausser Arthanitin (von der arabischen Benennung dieser Wurzel, Rad. Arthanitae), noch Folgendes: harzigen, bitteren Stoff; wachsähnliches

Fett; Stärke, Gummi und Pectin; äpfelsaures, schwefelsaures Kali und Chlorkalium, sowie phosphorsaure und schwefelsaure Kalkerde. Es ist bemerkenswerth, dass Saladin in den Blättern des Cyclamen europaeum, welche er ebenfalls untersucht, kein Arthanitin gefunden, und es fehlt daher auch denselben der hauptsächlich wirksame Bestandtheil der Wurzelknollen.*)

De Luca sagt von seinen Versuchen, die er mit dem frisch ausgepressten Safte der Wurzel-Knollen von Cyclamen gemacht, Folgendes:

1) „10 Gram. frisch ausgepressten Cyclamensaftes einem Kaninchen mit der Oesophagussonde in den Magen gebracht, bewirkten, dass das Thier sich den ganzen Tag unruhig zeigte und die Nahrung verweigerte; Tags darauf zeigte es sich gesund und frass wie gewöhnlich."

2) „Demselben Kaninchen wurden, 2 Tage nach dem ersten Versuche, 20 Gram. in den Magen gebracht. Es zeigten sich dieselben Symptome mit demselben Endresultate. Hier scheint es mir am Platze zu bemerken, dass die Schweine die Cyclamenknollen ohne Nachtheil fressen."

3) „Der Saft der Cyclamen-Knollen übt auf Fische eine heftige toxische Wirkung aus. Ein Kubikcentimeter tödtete nach einigen Minuten drei kleine Fische, die vorher lustig in einem Gefässe mit zwei Litter Wasser herumschwammen. Im Wasser aufgelöstes Cyclamin wirkt wie der frische Saft der Knollen auf kleine Fische."

Ich lasse hier auch die Resultate einiger Versuche Bernard's über die Wirkung des Cyclamen folgen; er bediente sich bei seinen Versuchen eines Saftes der Knollen, der ehe er ihn anwendete, drei Tage der Einwirkung der Luft ausgesetzt war. Die Aehnlichkeit der Wirkung des Cyclamen mit Curare, die Bernard bei seinen Versuchen fand, beschränkt sich wohl nur darauf, dass auch jenes durch die Lungen-Schleimhaut besser wirkt, als durch die des Magens.

1) „Einem Grünfinken 2 Gram. in den Kropf gespritzt, verursachten, dass dieser sehr bald starb."

2) „4 Gram. einem Kaninchen in die Luftröhre gespritzt, veranlassten dessen Tod unter Convulsionen in 10 Minuten."

3) „1 Gram. unter die Haut eines Grünfinken eingespritzt, verursachten nach 20 Minuten dessen Tod unter Convulsionen."

*) Siehe auch in Buchner's Repertorium für die Pharmacie 1831, den Artikel von Buchner und Herberger, die das Arthanitin genauer untersucht, und dafür schon den Namen Cyclamin vorgeschlagen.

4) „Ein Frosch, welchem man 2 Gram. der Lösung unter die Haut gebracht, starb nach 2 Minuten; das Herz schlug nicht mehr, Nerven und Muskeln waren sehr wenig reizbar, die Eingeweide stark aufgebläht und durch Gase gespannt."

Da die Versuche mit Cyclamen europaeum, welche Bernard und de Luca der Académie des Sciences übergeben, hauptsächlich mit dem Safte der Knollenwurzel dieser Pflanze angestellt, und von denselben keine besondere Rücksicht auf die einzelnen Organe und Systeme, die besonders von demselben afficirt werden, genommen worden, so war es unmöglich aus diesen Versuchen die physiologische Wirkung dieser Substanz zu erkennen. Ich habe nun einige Versuche mit dem Cyclamin, dem vorzüglich wirksamen Bestandtheile dieser Pflanze, gemacht, musste jedoch leider für jetzt meine Analysen der Wirkung desselben, auf Experimente mit Fröschen beschränken, da die geringe Menge des mir zu Gebote stehenden Cyclamin, mich verhinderte, sie auf Säugethiere u. s. w. auszudehnen.

Die Cyclaminlösungen, welche ich bei meinen Versuchen anwendete, waren nicht im Stande, durch ihre Concentration und Dosen auf physikalische Weise zu wirken und dadurch den Normalzustand der Organe zu verändern, indem sie denselben eine grosse Menge Wassers entzogen, wie dies Kunde*) als Eigenschaft vieler concentrirter Lösungen, selbst ganz indifferenter Stoffe, auf's Klarste dargethan.

Das constanteste Symptom, welches ich bei meinen Versuchen mit Cyclamin an Fröschen bemerkte, ich mochte es innerlich geben oder unter die Haut bringen, war die rasch verminderte Stärke und das ziemlich schnelle, gänzliche Verschwinden (manchmal schon nach 1 ½ Stunden) der Reflexbewegungen. Die Herzcontractionen hörten nicht vor zwei bis drei Stunden, und manchmal erst viel später auf; und endlich, jedoch nicht sehr schnell, verschwand die Irritabilität der Nerven und Muskeln, nnd besonders dann erhielt sich dieselbe, wenn die Frösche nach dem Tode, an einem Orte dessen Temperatur ziemlich niedrig war (etwa + 5 bis 6° R.) aufbewahrt wurden. Oft sah ich auch Erbrechen einer schleimigen Flüssigkeit. Nie bemerkte ich bei meinen Versuchen Convulsionen oder Tatanus. Die Schwäche in den Bewegungen, welche aber nicht unmittelbar nach dem Beibringen des Giftes eintrat, war das auffallendste Symptom.

Bei der Section sah ich in der Mundhöhle, dem Schlunde und Magen immer die Symptome der Entzündung: kleine Ecchymosen,

*) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, 8. Band, 4. Heft, S. 466 u. ff.

ziemlich entwickelte Capillargefäss-Ramificationen in den Schleimhäuten, so wie einen theilweisen Verlust am Epithelialüberzuge derselben. In den übrigen Organen bemerkte ich weder charakteristische, noch überhaupt nennenswerthe Veränderungen.

Vergleicht man die Erscheinungen, die das Cyclamin während des Lebens hervorbringt, mit den bei der Section sich ergebenden Veränderungen, so kommt man zu dem Schlusse, dass dieser Stoff zu den reizenden Giften gehört, da er in erster Linie weder auf das Herz, noch auf die Muskeln und motorischen Nerven wirkt. Was seine schwächenden Wirkungen auf die Bewegungsorgane im Allgemeinen betrifft, so müssen diese als untergeordnete Erscheinungen erklärt werden.

Bei meinen Versuchen, wendete ich innerlich und unter die Haut Dosen von 0,01 bis 0,06 Gram. Cyclamin an; zum letzteren Zwecke wurde das Cyclamin eine Zeit lang mit Wasser in Berührung gehalten, bis es die oben besprochene, gelatinöse Consistenz annahm. Bei allen diesen Versuchen, im Ganzen sechzehn, mit deren Einzelbeschreibung ich den Leser nicht behelligen mag, bemerkte ich, dass das Cyclamin die Herzaction nicht so schnell aufhob, als jene in den vorhergehenden Artikeln abgehandelten Gifte, denen man eine specielle Wirkung zugestehen muss. Hat nun Bernard einmal gesehen, dass die Herzthätigkeit bei einem Frosche nach einer halben Stunde verschwand, nachdem ihm 2 Gram. des Saftes der Cyclamen-Knollen unter die Haut gebracht worden, so dürfte dabei vielleicht die grössere Dose und mehr noch der Concentrationsgrad desselben in Anschlag zu bringen sein, und es ist desswegen zu bedauern, dass dieser im Bernard'schen Versuche nicht angeführt ist. Kunde, wie schon bemerkt, hat dargethan (und wir haben uns durch mannigfaltige Versuche von der vollkommenen Richtigkeit seiner Beobachtungen überzeugt), dass concentrirte Lösungen der verschiedenartigsten indifferenten, neutralen Körper dadurch, dass sie den Organen Wasser entziehen, die bedeutendsten Erscheinungen hervorzubringen im Stande sind. Mit Kochsalz oder Chlorkaliumlösung kann man bei Fröschen, wie ich selbst beobachtet, schon mit Dosen von 0,2 Gram. Intoxicationserscheinungen hervorbringen; es stellen sich selbst Convulsionen ein; der Herzschlag hört ziemlich schnell auf; Nerven und Muskeln verlieren ihre Irritabilität und eine bedeutende Menge von wässeriger Flüssigkeit ergiesst sich ins Zellgewebe, und sammelt sich in den mit serösen Häuten ausgekleideten Höhlen an. Kunde hat, in Folge der-

artiger Wasserentziehung, das Entstehen von Katarakten bei seinen Versuchen bemerkt und sehr genau beschrieben.

Ich schliesse diesen Artikel, mich auf das Ebengesagte berufend, mit der Bemerkung, dass diejenigen Experimentatoren, die bei ihren toxikologischen Versuchen sich besonders der Frösche bedienen, diesen von Kunde beobachteten Verhältnissen nicht zu viel Rechnung tragen können.

XIII.

Einige Worte über Kupfer-Vergiftungen.

Die Frage, ob und in wie hohem Grade die Kupfersalze toxische Wirkungen auf den thierischen Organismus hervorbringen, bildete neuerdings den Gegenstand mancher Controversen. Obgleich man in einigen Ländern (Deutschland, England, Amerika u. s. w.) von der Ansicht, als seien kupferne Geschirre zur Bereitung von Speisen unzulässig, zurückgekommen ist und sie in den Küchen anwendet, so werden dieselben in andern Ländern nur mit der grössten Vorsicht, durch langjährigen Glauben an deren Gefährlichkeit bedingt,| in Gebrauch gezogen.

Die häufigen, gerichtlich-medizinischen Untersuchungen, angeblich durch Verunreinigung mit Kupfersalzen vorkommender Vergiftungsfälle, machen es sehr wünschenswerth, dass diese Frage eine genauere Erörterung erfahre, als ihr in einer Reihe von neueren und älteren Bearbeitungen schon zu Theil geworden.

Eine ziemlich umfassende Arbeit über diesen Gegenstand mit vielen an Thieren angestellten Versuchen erschien im Beginne des vorigen Jahres von F. Daletzki (Dissertatio inauguralis, Petropoli 25. März 1857), und verdiente dieselbe in weiteren medizinischen Kreisen bekannt zu werden. Es hat Daletzki zuerst verschiedene Speisen und Getränke, die längere Zeit in kupfernen Gefässen gekocht worden und darin erkaltet waren, genau auf ihren Kupfergehalt untersucht und dadurch die unzureichenden Versuche von Tanquerel des Planches und Eller vervollständigt und eine wesentliche Lücke in dieser Frage ausgefüllt.

Dr. Höhnerkopf führt (im Octoberhefte 1855, Casper's Vierteljahrsschrift) zwei Beispiele an, wo schwefelsaures Kupfer gegen Croup, einem achtjährigen Knaben in Zeit von acht Tagen bis zu 216 Gran, d. i. 27 Gran in je 24 Stunden und einem anderen Knaben

von $4^1/_2$ Jahren in sieben Tagen 150 Gran, d. i. $21^1/_2$ Gran in je 24 Stunden, gegeben wurden. Ausserdem hat derselbe an sich selbst mit kleinen Gaben von schwefelsaurem Kupfer Versuche angestellt und zwar einen Monat lang jeden Tag einen Gran, und, nach Ablauf desselben, jeden Tag zwei Gran in Pillenform genommen. Diess setzte er fast ein volles Jahr fort, hat dabei aber, mit Ausnahme eines leichten Eckelgefühls, sobald er die Pillen nüchtern nahm, durchaus keine Funktionsstörungen an sich beobachtet und rechnet, nach diesen Erfahrungen, das schwefelsaure Kupfer nicht mehr zu den Giften. — Rademacher, welcher das Kupfer für durchaus unschädlich hält, meint, dass es wohl so lange noch für ein Gift gehalten werden dürfte, bis der wahre Ausspruch, dass es keines, ebenso oft veröffentlicht sei, als es die irrige Ansicht seiner Schädlichkeit war. Eine Bemerkung, die mehr scharf, als wahr ist und die vielleicht ihren Ursprung darin hat, dass R. im Allgemeinen grosse Schwierigkeiten gefunden, seinen Ansichten Geltung zu verschaffen.

Chevallier und Bois de Loury beobachteten auch, dass bei Arbeitern in Kupfermienen, obgleich alle ihre Organe von Kupfer durchtränkt waren, dennoch keinerlei entsprechende toxische Affectionen nachgewiesen werden konnten, so wie, dass deren Lebensdauer durchaus nicht verkürzt erschien.

Vor einigen Monaten nun hat Toussaint (Vierteljahrsschrift für gerichtliche Medizin, XII, S. 288, Octoberheft 1857) eine Arbeit veröffentlicht, die ihn, nach einer Reihe von Versuchen an sich selbst und Kranken gemacht, zu dem Schlusse führte, dass kupferne Geschirre für den Küchengebrauch unschädlich, dass Kupfer in relativ kleinen Gaben keine, in grösseren keine bleibend schädlichen Wirkungen auf den Organismus ausübe und nur in sehr seltenen Fällen den Tod zur Folge hat. Er hält daher den Ausspruch: „Kupfer ist kein Gift," für gerechtfertigt. In wie weit unsere eigenen Ansichten hierüber mit denjenigen Toussaint's übereinstimmen, wird man aus folgenden Bemerkungen ersehen.

Was zuerst die Zulässigkeit kupferner Kochgeschirre betrifft, so hat Daletzki Versuche mit Sauerkraut, Tamarinden- und Pflaumenmuss, mit Preiselbeerensaft, sauren Aepfeln, rothem Weine, Milch, Molken, Thee, Kaffee und Salzwasser angestellt, welche er, jedes für sich, in kupfernen Geschirren gekocht und nachdem er sie kürzere oder längere Zeit darin stehen gelassen, auf ihren Gehalt an Kupfersalz untersucht. Dabei fand er den allgemein angenommenen Glauben, dass sich während des Kochens nur äusserst unbedeutende und erst bei dem Er-

kalten und noch später, jedoch immer nur noch kleine Mengen von Kupfersalzen bilden, vollkommen gerechtfertigt.

Von oben genannten Substanzen fand Daletzki, dass dem Sauerkraute und Tamarindenmusse die grössere und dem Salzwasser die geringste Lösungsfähigkeit für Kupfer zukomme; und zwar erhielt er durch vierstündiges Kochen in einem blankgescheuerten kupfernen Gefässe, von 343 Gram. Sauerkraut mit Wasser und 1 Gram Kochsalz, und nach vorherigem 12stündigem Aussetzen an der Luft, 0,184 Gram Kupferoxyd. Dieselbe Menge Tamarindenmuss, 6 Stunden gekocht und 24 Stunden dem Einflusse der Luft ausgesetzt, ergab 0,164 Gram. Kupferoxyd; eine Kochsalzlösung von 2 Gram. auf 3 Pfund Wasser gab, nach zweistündigem Kochen und nachdem dieselbe noch sechs Stunden in dem Gefässe gelassen, bei der Untersuchung, nur 0,026 Gram. Kupferoxyd. An Hunden, die eine Woche lange mit Sauerkraut, welches in kupfernen Gefässen gekocht und darin erkaltet war, gefüttert wurden, sahen wir meistens nicht die geringsten Anzeigen einer Vergiftung.

Bei anderen Versuchen gaben wir Hunden schwefelsaures- und Chlorkupfer, basisch essig- und weinsteinsaures, oxal-, bernstein, phosphor- und citronensaures Kupfer in mehr oder weniger concentrirten Lösungen und in Dosen von 0,3 bis 5 Gram., einmal oder auch wiederholt.

Ohne in einer speziellen Aufzählung die Eigenthümlichkeiten einzelner Versuche anzuführen, verweise ich auf die oben angeführte Dissertation Daletzki's, in welcher man eine Menge genau beobachteter Fälle finden wird und gebe nur das mehr oder weniger constante Bild einer Kupfervergiftung, welches ich bei meinen eigenen sowie bei Daletzki's Versuchen wiederfinde*). — Diese Symptome sind: Eckel, sehr häufig wiederkehrendes Erbrechen und Würgen, mehr oder weniger starker Speichelfluss, verminderte Appetenz und grosses Darniederliegen der Kräfte. Alle diese Symptome verschwinden jedoch ziemlich schnell und sind in den meisten Fällen von gänzlicher Wiederherstellung der Gesundheit gefolgt. Bei den tödtlich ausgehenden Versuchen, zeigten sich weder Perforationen des Magens noch der Eingeweide; häufig sahen wir Ecchymosen und manchmal Entzündung der Schleimhäute; Lungen, Leber und Milz strotzten von dunklem

*) Siehe darüber auch V. Szumovsky, De ligatura oesophagi, sensu physiologico et medico-forensi, Dissertatio inauguralis, Petropoli 1857. p. 22., welcher einige von meinen Experimenten mit Kupfersalzen beschrieben.

flüssigen Blute. — Bei kleinen, lange fortgesetzten und steigenden Dosen war der Ausgang, bei starker Abmagerung und grosser Entkräftung, ein letaler. In diesen Fällen bemerkten wir keine serösen Ausschwitzungen in den geschlossenen Höhlen, und fanden nur die Schleimhaut des Magen-Darmkanales entweder erweicht, ecchymosirt oder mit hemorrhagischen Errosionen bedeckt. Ziemlich lange Zeit fortgesetzte, jedoch abnehmende Dosen, schienen die Gesundheit der Thiere in keiner Weise anzugreifen.

Die Schlüsse, die wir aus unsern Versuchen und Erfahrungen über die Schädlichkeit der Kupfersalze ziehen, sind folgende:

1) Wir halten Kupfersalze, in grösseren Dosen gegeben, durchaus nicht für unschädlich, sondern glauben nur ihre Wirkung, als eine relativ viel schwächere annehmen zu dürfen, als diess bisher geschehen.

2) In kupfernen Geschirren gekochte Speisen sind nicht im Stande bei Menschen andere, als leicht vorübergehende Symptome hervorzubringen, und betrachten wir daher die Annahme einer Vergiftung durch dieselben als unzulässig.

3) In bedeutender Menge genommene Kupfersalze bringen Symptome hervor, die in die Competenz der gerichtlichen Medizin fallen, und wir halten den unbedingten Ausspruch „Kupfer ist kein Gift“, in dieser allgemeinen Fassung, für durchaus nicht gerechtfertigt.

XIV.

Versuch einer genaueren Erörterung der Todtenstarre.

Die Frage über die Todtenstarre ist eine der dunkelsten auf dem ganzen Gebiete der gerichtlichen Medizin; nicht desswegen allein, weil sie noch von gewissen Vorurtheilen umgeben ist, sondern weil ihr bis jetzt noch eine auf physiologische Beobachtungen gegründete sichere Basis mangelt.

Dieses merkwürdige Phänomen, in der Mitte zwischen vitaler Thätigkeit und rein chemischer Zersetzung der nicht mehr von organischer Form beieinflussten Gewebe stehend, gab schon Veranlassung zu vielen Untersuchungen und manchen gewissenhaft ausgeführten Arbeiten. Ohne von Nysten, Sommer, Orfila, Devergie u. s. w. zu sprechen, deren Arbeiten man in jedem Compendium der gerichtlichen Medizin wiederfindet, haben in letzter Zeit eine Anzahl von bedeutenden Physiologen mit Eifer sich dem Studium dieser Frage zugewendet. Ich spreche hier besonders von Brücke, Ed. Weber, Stannius und Kölliker. Ueberdies wurden die verschiedenen dieser Frage sich anreihenden Punkte von A. v. Humboldt, Du Bois-Reymond, Gierlichs, Bruch, Engel, E. Krause, Brown-Sequard, Maschka, G. Liebig, Valentin, Kussmaul, Piekarski und Anderen besprochen. Es liegt nicht in unserer Absicht, in allen ihren Einzelnheiten die gerichtlich-medizinischen Details über diese Frage wiederzugeben; um damit bekannt zu werden, verweisen wir den Leser auf einen ausgezeichneten Artikel von Dr. Ad. Kussmaul, veröffentlicht im 2. Bande der Prager Vierteljahrsschrift 1856, der reich an gerichtlich-medizinischen Notitzen und mit einer strengen physiologischen Kritik geschrieben ist.

Ehe wir zur Beschreibung einiger Versuche schreiten, die wir selbst mit Giften angestellt und welche, wie wir glauben, zur Erör-

terung dieser Frage etwas beitragen werden, wollen wir untersuchen, was man heutzutage Todten- oder Muskelstarre zu nennen übereingekommen ist, und wie sich diese in den verschiedenen Phasen ihrer Entwicklung zeigt.

Kussmaul fasst die wesentlichen Eigenschaften der starren Muskeln in Folgendem zusammen.

1) „Der starre Muskel besitzt eine grosse aber unvollkommene Elasticität, während er vor der Erstarrung eine geringe, aber vollkommene besass, und ist damit unausdehnsamer geworden. (Ed. Weber's Ansicht).

2) Seine Cohäsion ist, nach den zuverlässigsten Angaben (Valentin, Ed. Weber und Kussmaul), vermindert.

3) Mikroskopisch treten die Querstreifen deutlicher vor's Auge. (Kussmaul ist hier im Widerspruche mit Kölliker, Ludwig u. A., welche gesehen, dass die starre Muskelfaser etwas undurchsichtiger erscheint, als während der Lebens).

4) Er vermag sich anfangs noch schwach, bald gar nicht mehr auf mechanische, chemische oder elektrische Reizung zusammenzuziehen.

5) Anfangs sind noch schwache elektrische Ströme zugegen, welche in gewöhnlicher oder umgekehrter Richtung den Muskel umkreisen, nach kurzer Zeit aber spurlos verschwinden (Du Bois-Reymond).

6) Die Parenchymflüssigkeit enthält keinen freien Sauerstoff mehr, der Muskel hat ihn aufgezehrt, und athmet nicht mehr, sein lebendiger Stoffwechsel hat aufgehört" (G. Liebig).

„Daraus sieht man," sagt Kussmaul, „dass ein erstarrender Muskel ein sterbender, und der vollkommen starre ein todter Muskel ist.

Die wichtigsten Verschiedenheiten, die man heutzutage als zwischen einem lebendig contrahirten und einem todtenstarren Muskel bestehend, annehmen muss, sind folgende:

1) „Der contrahirte ist ausdehnsamer, der starre aber unausdehnsamer, als der ruhende.

2) Starke elektrische Ströme umkreisen den contrahirten, nur in umgekehrter Richtung wie beim ruhenden; beim starren dagegen sind sie sehr geschwächt und in Bälde ganz verschwunden.

3) Der Stoffwechsel ist während der Contraction gesteigert, während der Ruhe aufgehoben." (Kussmaul, l. c. S. 70.)

Diese Verhältnisse starrer Muskeln zeigen nur die Wirkung, welche der Tod in ihnen hervorgebracht an, durchaus aber nicht worin die Veränderung in deren Gewebe besteht.

Wir werden nun die verschiedenen Zustände der starren Muskeln ob natürlich, oder durch vorhergehende Eingriffe hervorgerufen, wie sie von den verschiedenen Autoren zur Begründung ihrer Annahmen benützt wurden, betrachten.

I.

Kussmaul, indem er Ed. Weber's Theorie als vollkommen den Anforderungen der physikalischen Gesetze in Beziehung auf die Elasticität der Körper entsprechend annimmt, erklärt die Vorgänge im Muskelgewebe für chemische des Liebig'schen Muskelfaserstoffs oder Lehmann'schen Syntonin's und verwirft durch directe Versuche die Theorie von Brücke und Stannius. Ersterer hat nämlich die ältere Ansicht wieder angenommen, die das Erstarren vom Gerinnen der Säfte ableitet; dass nämlich das Muskelgewebe im Leben beständig von flüssigem, aus der Blutbahn ausgetretenem, faserstoffartigem Nährmateriale durchtränkt sei, welches hernach im Tode ebenso gerinne, wie der Blutfaserstoff in den Gefässen. Kussmaul machte Einspritzungen von Aetz- oder kohlensaurer Kalilösung sowie auch von Essigsäure in die Gefässe frisch getödteter Thiere, wie diess vor ihm schon Gierlichs und Bruch mit Kalilauge gethan, um die Theorie von Brücke zu widerlegen, und hat gleich ihnen gezeigt, dass, obgleich durch diese Einspritzungen die Gerinnung des Blutfaserstoffs verhindert wird, dennoch die Leichenstarre sehr schnell erscheine. Ausserdem spritzte er in die grossen Gefässe frisch getödteter Thiere Aether, ätherisches Senföl und besonders Chloroform, und sah auch darnach die Todtenstarre sehr schnell eintreten.

Es zeigte sich dabei, dass diese Stoffe jedoch nur dann im Stande sind das Muskelgewebe in Starre zu versetzen, wenn vorher dieselbe noch nicht eingetreten und wieder verschwunden war, was für Kalilauge und verdünnte Salzsäure nicht gilt: diese versetzten schon wieder erschlaffte Muskeln nochmals in einen gewissen Grad von Erstarrung.

Die Wirkung des Chloroforms erklärt er dabei auf folgende Weise:*)

*) Verhandlungen des naturhistorisch-medizinischen Vereins zu Heidelberg. 20. Nov. 1857.

1) „Diese Muskelstarre ist nicht durch Gerinnung des Blutes innerhalb der Haargefässe bedingt.

2) Das Chloroform bewirkt Gerinnung eines Theils des im Muskelsafte gelösten Eiweisses; diese Gerinnung stellt aber nur ein untergeordnetes Moment bei dem Zustandekommen der Muskelstarre dar.

3) Das Chloroform erhärtet die contractile Substanz selbst."

Man sieht hieraus, dass Kussmaul in seinen Versuchen zu weit gegangen, indem er Stoffe anwandte, die, wie wir diess später beweisen werden, das Muskelgewebe in seiner chemischen Zusammensetzung tiefer afficiren, als diess unter den bei der Todtenstarre gewöhnlich gegebenen Bedingungen der Fall ist.

II.

Dieser Kategorie von Versuchen über die Todtenstarre, müssen diejenigen, welche A. von Humboldt und G. Liebig mit Kohlensäure angestellt haben, angereiht werden. Es haben diese Autoren gesehen, dass in einer Athmosphäre von Sauerstoff der Muskel später, in einer solchen von Kohlensäure früher erstarrt. Im letzten Falle werden nämlich die Muskeln nach 5 bis 8 Stunden undurchsichtig, weiss und reissen bei geringem Zuge von beiden Seiten in der Mitte auseinander. Die Fasern werden trocken und wie faules Holz leicht zwischen den Fingern zerreiblich. Diese Veränderung erklärt Liebig aus der Aufnahme von Kohlensäure durch den Muskel.

III.

Stannius veröffentlichte, nachdem Engel schon einige Jahre vor ihm eine ähnliche Ansicht über die Leichenstarre ausgesprochen hatte, seine neue Theorie, begründet auf das Verschwinden der Muskelirritabilität. Kay hatte schon im Jahre 1832 (Treatise on Asphyxia) beobachtet, dass durch Injectionen von venösem und arteriellem Blute starre Muskeln ihre Irritabilität wieder gewinnen. Brown-Sequard sah selbst, dass sich die Leistungsfähigkeit der Nerven sowie die Todtenstarre, einige Zeit nach dem Tode, durch Injectionen von defibrinirtem Blute noch beseitigen lasse. Einmal konnte er sogar auf diese Weise die Todtenstarre an der Hand eines Hingerichteten, 13 Stunden nach dessen Tode verschwinden

machen. Stannius sah bei lebenden Thieren, welchen man die Arterienstämme der Extremitäten unterbunden hatte, dass die Glieder, welche dadurch rigid geworden waren, die Rigidität, nach der Abnahme der Ligatur und Wiederherstellung des Kreislaufes in denselben, wieder verloren. Dasselbe bemerkte er in Betreff der Leistungsfähigkeit der Nerven. Diese Beobachtung veranlasste Stannius die Gerinnungstheorie Brücke's anzugreifen und liess ihn den Grund der verschiedenen Elasticitätsabweichungen des Muskelgewebes (Ed. Weber) in anderen Veränderungen suchen. Stannius, indem er sich dabei auf die von Ed. Weber angeführten Thatsachen, dass die Elasticität der Muskeln durch den Einfluss der motorischen Nerven modificirt werden könne, stützt, begründet diese Modification durch seine Versuche mit Blausäure und glaubt, dass man aus der lokalen Wirkung derselben auf die Muskeln, und weil sie die motorischen Nerven nicht beeinflusst, erklären könne, warum in solchen Fällen die Todtenstarre nicht erscheint, da nach seiner Meinung das Absterben der Nerven vor dem Muskel eine Bedingung des Eintrittes der Todtenstarre ist.

Was die Angabe von Stannius betrifft, dass Muskeln, die lange Zeit in einer Blausäure-Lösung von 3,5 — 6,5 % gelegen, ihre Reizbarkeit verlieren und nicht mehr starr werden, so widerlegt Kussmaul diese durch Versuche, die er selbst mit Blausäure von 35 — 40 % gemacht, indem er dieselbe einem Kaninchen in die Arteria iliaca und mit anderer von 50 — 60 %, welche er einem Frosche in's Herz gespritzt. Im Widerspruch mit Stannius sah er die injicirten Theile fast augenblicklich und ansehnlich erstarren. Ich selbst habe unter denselben Bedingungen wie Stannius diese Versuche wiederholt, und doch immer die Todtenstarre eintreten sehen.

Es hat aber Kussmaul ausserdem noch Versuche mit Kalkwasser gemacht, welches er einem kräftigen Frosche in's Herz gespritzt nachdem an einer seiner Crural-Arterien die Ligatur angelegt war. Das Kalkwasser ist bekanntermassen eine Substanz, die zum Muskelfibrin in ganz besonderer Beziehung steht, und dasselbe in feuchtem Zustande leicht löst. Nachdem dasselbe eingespritzt war, sah Kussmaul alle Theile, mit Ausnahme des Fusses, an welchem die Arteria femoralis unterbunden war, rigid werden. Würde der Plexus ischiadicus der Seite, auf welcher die Arterie unterbunden war, gereizt, so erfolgten Contractionen in dem von diesem Nerven versorgten

Gliede, während Reize auf den Plexus eines anderen Gliedes in den entsprechenden Extremitäten, die sich in der Todtenstarre befanden, keine Contractionen hervorbrachten. Die Rigidität trat daher in diesem Falle, durch die Wirkung auf das Muskelgewebe selbst, durch das Verschwinden der Reizbarkeit in diesem auf, bevor noch die Reizbarkeit in den Nerven geschwunden war, denn den Plex. ischiadicis beider Seiten war durch den Kreislauf die gleiche Menge des veränderten Blutes zugeführt worden.

IV.

Kölliker griff die Theorie von Stannius auf andere Weise an, indem er sich, und zwar mit grösserem Rechte, auf die physiologische Wirkung verschiedener Gifte, die besonders auf das Rückenmark, auf die Nerven innerhalb der Muskeln, oder das Muskelgewebe selber wirken, berief. Ich entnehme sein Résumé über diesen Gegenstand seiner vorzüglichen Abhandlung „Physiologische Untersuchungen über die Wirkung einiger Gifte," S. 139:

1. „Der Eintritt der Todtenstarre ist ganz unabhängig von dem Zustande der Nerven in den Muskeln, und verfallen, wie die Vergiftungen mit Urari lehren, Muskeln mit ganz gelähmten Nerven eher noch später in Starre, als andere.

2. Gifte, die die Muskelfasern selbst lähmen, wie Veratrin und Blausäure, bedingen eine frühzeitige Starre, obschon wenigstens Veratrin die Nerven der Muskeln nicht tödtet.

3. Ueberanstrengung der Muskeln durch Tetanus (Opium, Strychnin, Elektricität) führt den Rigor rascher herbei.

4. Gewisse Substanzen lokal auf Muskeln angebracht, hindern die Starre (Blausäure), andere begünstigten sie (Veratrin)."

„Aus diesen Thatsachen ziehe ich den Schluss, dass die Ansicht von Stannius über die Todtenstarre, nach welcher dieselbe den natülichen Zustand des von jedem Nerveneinflusse befreiten Muskels darstellt, und auf einem Absterben der Nerven in den Muskeln beruht, nicht die richtige ist. Wenn, wie ich finde, Muskeln mit todten Nerven desswegen nicht starr werden, und auf der andern Seite die ungetrübte Thätigkeit der Nerven in den Muskeln in gewissen Fällen die Starre nicht hindert, so bleibt nichts anderes übrig, als den Grund derselben in die Muskelfasern selbst zu verlegen und sie von einer besonderen Molekularveränderung derselben abhängig zu

machen. Diese Veränderung tritt ein 1) durch Aufhebung der Blutzufuhr und Ernährung der Muskeln, 2) durch Einwirkung gewisser specifisch auf die Muskelfasern wirkender Substanzen, und wird begünstigt durch Ueberanstrengung der Muskeln. Worauf dieselbe beruht, ist annoch zweifelhaft, doch scheint mir die Ansicht am meisten für sich zu haben, dass dieselbe von einer Aenderung des chemischen oder physikalischen Verhaltens der Molecüle der contractilen Substanz abhängt, in Folge welcher dieselbe in ihren Elasticitätsverhältnissen sich ändert und starr und unnachgiebig wird. Ein Uebergang aus einem weicheren Zustande in einen härteren findet hierbei sicherlich statt, doch würde es den Begriff des Flüssigen ganz willkührlich ausdehnen heissen, wenn man die lebende contractile Substanz der Muskeln flüssig, die todtenstarre geronnen nennen wollte. Die Annahme von Brücke geht übrigens nicht dahin, dass die contractile Substanz selbst flüssig sei, wie einige Neuere fälschlich angaben, vielmehr nimmt er eine zwischen den contractilen Elementen befindliche Zwischenflüssigkeit an, welche beim Eintreten des Rigor fest werde. Eine solche Zwischensubstanz ist, wie mikroskopische Untersuchungen, die ich demnächst veröffentlichen werde, lehren, wirklich nachweisbar, und ist es leicht möglich, dass dieselbe bei dem Rigor auch betheiligt ist, doch hiesse es sicherlich die Hauptsache aus den Augen verlieren, wenn man bei einer Erklärung der Todtenstarre diese relativ unbedeutende Zwischensubstanz vor Allem betonen wollte.“

Ich habe schon an andern Stellen dieses Buches Gelegenheit gehabt, von Giften zu sprechen, die in ihren Wirkungen Aehnlichkeit mit den von Kölliker, als dem Veratrin zukommend beschriebenen Symptomen, bieten. Kölliker und ich haben diese Wirkung bei Upas antiar (siehe S. 165 dieser Beiträge) und, wenn auch nicht in eben so hohem Grade, bei Extract. tanghiniae veneniferae (S. 177) gesehen. Dasselbe gilt vom Schwefelcyankalium. Was das Curare betrifft, so haben wir gesehen, dass die vom Körper eines durch dieses Gift getödteten Frosches abgetrennten Muskeln, wenn sie bei einer ziemlich niedrigen Temperatur (+ 5 bis 6° R.) aufbewahrt wurden, ihre Irritabilität sehr lange, bis 14 Tage und darüber behalten. Alle diese Thatsachen beweisen bis zur Evidenz, dass man den Grund für die Todtenstarre in anderen Umständen, als den von Stannius angegebenen suchen müsse. — Wir wenden uns nun der Untersuchung anderer Verhältnisse zu, die über diese Frage Licht zu verbreiten geeignet sind.

V.

Ganz vor Kurzem hat Wittich*) (indem er die Versuche Ed. Weber's und G. Liebig's unter den verschiedensten Verhältnissen wiederholte), gesehen, dass nach dem Einspritzen von destilirtem Wasser in das Herz eines Frosches, ausser Convulsionen aller Muskeln auch Todtenstarre sehr schnell erschien. Noch früher beobachtete Bruch an einem Kaninchen, und zwar mit Wasserinjectionen von verschiedenen Temperaturgraden folgendes: bei 5 bis 7° R., trat die Todtenstarre schneller ein, als bei 22° R., und er bemerkte auch bei einem Versuche, wo er Wasser von 7° R. einspritzte, Zuckungen, Zittern und Streckung der Hinterbeine. Kussmaul sagt von diesen Versuchen: „Mir glückte es aber zu eigener Verwunderung weder mit Einspritzung von kaltem, noch von heisem Wasser etwas auffallendes zu erzielen," und er glaubt, dass sich vielleicht in dem Bruch'schen Versuche die Starre desswegen entwickelte, weil er sich dabei des Brunnenwassers bediente, dessen Gehalt an Kohlensäure, Kalksalzen u. s. w. wohl diesen Effect bedinge. Diese Ansicht Kussmaul's ist aber durch nichts begründet und bei mehreren Versuchen, die Kölliker in meiner Gegenwart, bei gewöhnlicher Zimmertemperatur mit destillirtem Wasser von 15° R., welches er einem Frosche in's Herz spritzte und wobei er ganz nach Art Wittich's verfuhr, sah ich die von diesem Forscher beschriebenen Erscheinungen wieder. Die Todtenstarre erschien sehr schnell, in Begleitung eines oedemartigen Verhaltens der Glieder. Der Wirkung des destillirten Wassers auf das Muskelgewebe habe ich schon Erwähnung gethan.**) In Berührung mit dem Muskel bewirkt es immer sehr rasch dessen Erstarren, selbst in der gewöhnlichen Zimmertemperatur (14 bis 15° R.) ohne dieselbe von 8³/₄ bis 45° R. steigern zu müssen, wie diess Pickford bei'm Hinterschenkel eines Kaninchens, welcher nach 16 Minuten starr geworden war, gethan hat Ich kann daher Kussmaul's Zweifel, welchen er folgendermassen ausdrückt, nicht theilen: „Woher rührt aber der auffallend geringe Einfluss des kalten und heissen Wassers, wenn es in Form der Injection zur Anwendung kommt, während es auf eingetauchte Gliedmassen eine so ausgezeichnete

*) Experimenta quaedam ad Halleri doctrinam de musculorum irritabilitate probandam instituta. Regiomontani, 1857.

**) Siehe diese Sammlung S. 166.

Erfolg ausübte?“ Ich habe gleich Wittich gesehen, dass das destillirte Wasser, in welches die Muskeln bei gewöhnlicher Temperatur getaucht wurden, deren Contraction und später deren Rigidität veranlasst. Diese Erscheinungen, die den Mikroskopikern (Valentin, Remak, Bowman, Kölliker, u. A.)*) schon längst bekannt sind, zeigen sich doch später, als diess nach gewaltsamen Injectionen von destillirtem Wasser in's Herz eines Frosches geschieht. Es ist dieses Phänomen ein physikalisches Resultat des Vorgangs der Endosmose im Muskelgewebe, und hat natürlicherweise dessen Tod zur Folge, indem es dasselbe eines Theiles seiner zur natürlichen Consistenz nothwendigen Bestandtheile beraubt; gerade wie diess bei den Nerven geschieht, deren Irritabilität um so mehr schwindet, je länger sie dem Einflusse des destillirten Wassers ausgesetzt sind (Fontana, Kölliker).**)

VI.

Die Rigidität kann auch und zwar in höherem Grade durch Injectionen wässeriger Lösungen verschiedener Körper hervorgebracht werden. Bruch und Gierlichs haben sich zu diesem Zwecke einer kaustischen Kalilösung, Kussmaul hat sich dazu, sowohl dieser als auch der Essig- und verdünnten Salzsäure bedient (s. oben); Wittich gebrauchte bei seinen Versuchen, wobei er zu beweisen trachtete, dass die Muskelreizbarkeit unabhängig von der Nervenreizbarkeit bestehen könne, Salzlösungen zu Injectionen.

Indem ich Muskeln in verschiedene Lösungen, z. B. von Kochsalz, von schwefelsaurem oder neutralem phosphorsaurem Natron tauchte, fand ich, wie diess Kölliker für die Nerven gethan, dass es auch für die Muskeln Concentrationsgrade dieser Lösungen gibt, bei welchen man deren Reizbarkeit am längsten erhalten kann. An einem anderen Orte habe ich schon bemerkt, dass, was die Kochsalzlösung betrifft, diese hier dieselbe Wirkung habe, wie auf die Nerven (Kölliker), das heisst, dass die günstigste Lösung für Erhaltung der Nerven — und Muskelreizbarkeit, eine $^1/_2$ bis 1 procentige sei, und dass stärkere oder schwächere Lösungen, bei sonst

*) Bowman hat sogar gesehen, dass Muskeln, die ihre Irritabilität verloren, sich unter der Einwirkung des destillirten Wassers zusammenziehen.

**) Man sehe auch über diesen Gegenstand die sehr interessante Abhandlung von G. Birkner. „Das Wasser der Nerven in physiologischer und pathologischer Beziehung.“ Augsburg 1857.

gleichen Bedingungen, die Reizbarkeit der Muskeln schwinden, und dieselben erstarren machen. Diess beweist, dass zur Irritabilitätsfähigkeit eines Muskels ebenso wie eines Nerven eine gewisse Menge Wassers nöthig sei; desswegen ist jedoch immer noch nicht die Austrocknung, wie einige Autoren glauben, eines der wichtigsten ursächlichen Momente der Muskelstarre.

E. Krause, *) indem er die Richtigkeit dieser Ansicht vertritt, hat sogar einige Analysen gemacht, um zu beweisen, dass die Muskeln beim Erstarren eine gewisse Menge ihres Wassergehaltes verlieren. Dass das Verdunsten des Wassers einen gewissen Einfluss bei den Modificationen der physikalischen Zustände der Muskelfaser habe, ist nicht zu bezweifeln, aber wir haben eben gesehen, dass die Muskelstarre durch Injection von Wasser, d. h. durch einen dem Austrocknen gerade entgegengesetzten Vorgang hervorgebracht werden könne, und nach Nysten und Sommer beharren hydropische Glieder länger und energischer in der Rigidität, obgleich man im Allgemeinen annimmt, dass hydropische Leichen schnell erstarren, aber dass deren Rigidität nur kurze Zeit dauert. Piekarski**) fand selbst, aus der Beobachtung von vielen hydropischen Leichen, dass die Rigidität bei denselben sehr spät erschien und sich nur kurze Zeit erhielt.

VII.

Die Temperatur übt, wie bekannt, auch einen Einfluss auf das Zustandekommen der Rigidität aus; sie ist aber dabei nicht von so hoher Bedeutung, als Nysten meint, welcher annimmt, dass die Todtenstarre erst dann eintrete, wenn die innere Temperatur des Körpers der denselben umgebenden Luft-Temperatur gleich geworden sei.

Dieser Irrthum, den schon Morgagni und Louis als solchen fühlten, ist nun durch die Versuche Sommer's und die, welche Piekarski angestellt, gänzlich beseitigt. Piekarski hat in dieser Beziehung 41 Beobachtungen an Leichen, die an verschiedenen Krankheiten gestorben, gemacht, und nicht in einem einzigen Falle sah

---

*) De rigore mortis in genere, ac de rigore in musculis laevis obvio in specie. Dorpati Livon., 1853.

**) Meletemata de quibusdam phaenomenis post mortem, in medicina-forensi bene ponderandis. Petropoli, 1856.

er, dass die Todtenstarre erst, nachdem eine Gleichheit der Temperatur der Leiche mit der dieselbe umgebenden Luft sich eingestellt hatte, eintrat. — In dieser Beziehung sind noch die Resultate von Du Bois und Brücke, besonders aber die von Pickford zu erwähnen. Aus den Versuchen aller dieser Forscher geht hervor, dass die Temperatur nur innerhalb gewisser Gränzen keine Einwirkung auf das schleunigere Zustandekommen der Todtenstarre ausübe; und dass eine ziemlich niedrige Temperatur von + 1 — 12 R. Grad, sowie eine zu hohe von + 30, 40 oder 65 Grad, wohl dabei in Anschlag kommen, sowie dass besonders bei letztgenannten höheren Temperaturgraden, die Muskeln blass, steif und mürbe werden, aber ihre doppelt brechenden Eigenschaften beibehalten (Pickford). Hier besteht eine Analogie in den Umwandlungen, die im Muskelgewebe unter dem Einflusse der Kohlensäure, der Wirkung des Chloroform's, concentrirter Säuren etc. vor sich gehen. Aber es überschreiten diese Einflüsse schon die Gränzen, innerhalb deren man die organische Muskelreizbarkeit untersuchen sollte, wie ich diess sogleich beweisen werde, da indem sie das Eiweiss in den Muskeln coaguliren, Veränderungen herbei geführt werden, welche man gewöhnlich nicht beobachtet, wenn man Muskeln von Thieren, die eines natürlichen Todes gestorben, oder solche, die mit kleinen Dosen von Giften vom Kreislauf aus, oder für sich vergiftet worden und dadurch in Todtenstarre fallen, untersucht.

VIII.

In der Elektricität suchte man früher, weil man glaubte, dass sie die Todtenstarre zurückhalten könne, die Erklärung der (unrichtigen) Beobachtung, dass vom Blitze getroffene Personen nicht starr werden.

Plutarch und Seneca waren über das Nichterscheinen nicht nur der Starre, sondern auch der Fäulniss, bei vom Blitz getroffenen, verschiedener Ansicht; jetzt hat man sich jedoch durch statistische Beobachtungen überzeugt, dass bei allen wohl beobachteten Fällen von Tod durch den Blitz die Starre immer sich einstellte. Die Versuche von Brown-Sequard beweisen vollkommen klar, dass Glieder von Thieren, die längere Zeit dem Einflusse eines unterbrochenen magneto-elektrischen Stromes ausgesetzt waren, viel schneller als andere starr werden. Dieselben Bemerkungen, wie dieser Forscher, habe ich gemacht, als ich diese Versuche an Fröschen wiederholte.

Hier wird es nöthig, die Resultate Valentin's zu erwähnen, der bei seinen Versuchen gefunden hat, dass Muskeln, die durch elektrische Ströme erschöpft sind, andere Beziehungen zur umgebenden Luft darbieten, als die, die sich im Zustande der Contraction oder Ruhe befinden. „Hat man", sagt Valentin *), „die Empfänglichkeit einer Muskelmasse durch eine Reihe galvanischer Schläge erschöpft oder ist der Muskel, wie wir es kurz ausdrücken wollen, elektrisch ermüdet, so verhält sich dann dessen ruhende Masse zur umgebenden Atmosphäre anders, als der frische leistungsfähige Muskel. Die vorangegangene Elektrolyse und der Verlust seiner Empfänglichkeit machen ihn zersetzbarer, d. h. er liefert dann mehr Kohlensäure für die gleiche Gewichts- und Zeiteinheit und verzehrt auch in der Regel weniger Sauerstoff, als er Kohlensäure ausgehaucht hat." Valentin beweist diess durch seine Analysen mit Kohlensäure und Sauerstoff, die er in der bezeichneten Zeitschrift anführte. Nach den Erfahrungen, die man an Thieren gemacht, hat man als allgemeine Regel aufgestellt, dass Muskeln, die man einem constanten Strome aussetzt, nicht sobald erschöpft werden, als wenn man dieselben durch den unterbrochenen Strom reizt. Auf der andern Seite ist es jedoch bekannt, dass eine lange fortgesetzte Elektrolyse das Muskelgewebe ebenfalls zu zerstören vermag. Hier, wie in allen Versuchen, wo man die Todtenstarre erst künstlich hervorbrachte, muss man die Maasse der dazu angewandten Agentien wohl berücksichtigen; denn wie die Lösungen der Salze, je nach ihrem Concentrationsgrade auf die Muskeln günstig oder tödtlich einwirken können, so bemerkt man auch von der Elektricität günstige oder deletere Wirkungen auf dieselben. Heidenhain hat nämlich gezeigt (Physiologische Studien. Berlin 1856. Art. III. Ueber Wiederherstellung der erloschenen Erregbarkeit der Muskeln durch constante galvanische Ströme), „dass starke constante Ströme die verschwundene Erregbarbeit der Muskeln wieder herstellen können, wenn sie dieselben eine Zeit lang durchströmen, und dass an Muskeln, die vorher keine Spur von Zuckung zeigten, nach längerem Durchgange eines starken constanten Stromes vorzugsweise leicht bei Oeffnung des Kreises eine Zuckung bemerkt wird". Sieht man nicht in diesen Beziehungen in der That eine Analogie der Wirkung der Elektricität mit jener der Salzlösungen und des destillirten

*) Archiv für physiologische Heilkunde, herausgegeben von Wunderlich, Jahrgang 1857. 3. u. 4. Heft. S. 383.

Wassers? Es ist augenscheinlich, dass es sich hier nur um die zur Anwendung kommenden Maasse der Agentien handelt.

IX.

Ausser den genannten Einflüssen gibt E. Krause noch eine Bedingung an, die er bei diesen Versuchen berücksichtigt wissen will. Bei möglichst gebeugten Gliedmassen sah er die Streck-, nicht aber die Beugemuskeln in Starre verfallen. Löste er Wadenmuskeln von Katzen und Fröschen bis zu ihrer oberen Ansatzstelle ab, und hängte er sie durch sehr schwache Belastung kaum gespannt unter Glasglocken in Räume, die mit Wasserdunst gefüllt waren, so sah er sie selbst bei erhöhter Temperatur (33° — 35°) nicht erstarren, was dagegen immer erfolgte, wenn die untere Ansatzstelle unverletzt blieb." Kussmaul, indem er diese Versuche erwähnt, fügt bei: „Aus diesen Versuchen, welche wiederholt zu werden verdienen, dürfte hervorgehen, dass der sterbende Muskel nur dann zu erstarren vermag, wenn er sich in einem gewissen Grade von Spannung befindet, und dass er unter den gewöhnlichen Verhältnissen nur desshalb so regelmässig erstarrt, weil ihn seine natürliche Befestigung und Lagerung in einem zureichenden Grad von Spannung erhält. Es scheint somit zum Zustandekommen der Todtenstarre, ausser gewissen inneren Vorgängen im Faserstoffe des Muskels, auch noch die Erfüllung äusserer mechanischer Bedingungen erforderlich."

Alles diess vorausgesetzt, dass wirklich gespannte Muskeln durchaus nicht rigid werden, wäre sehr wichtig und interessant. Befinden sich aber auch die Muskeln im Zustande grösserer Laxheit, wenn sie mehr gebeugt sind, so reicht diess noch nicht hin, der Behauptung Gewicht zu geben, dass sie überhaupt nicht rigid werden, da der Verlust ihrer Ausdehnbarkeit, und im Allgemeinen deren Elasticitäts-Verschiedenheiten und andere Charaktere der Starre gegenwärtig sind. Ausserdem konnten mich meine eigenen Versuche, mit mehreren durch verschiedene Gifte getödteten Thieren in der Absicht angestellt, die Genauigkeit der Angaben Krause's zu prüfen, keineswegs von deren Richtigkeit überzeugen. Ueberdies ist es wohl bekannt*), dass alle Muskeln in ihrem natürlichen Zustande zwischen Beugung und Streckung immer gespannt sind, was, wenn man dieselben entweder in ihrer Con-

*) Siehe Ed. Weber, im Handwörterbuch der Physologie von Rud. Wagner. Art Muskelbewegung.

tinuität oder an ihrer Ansatzstelle durchschneidet, zu einer Verkürzung Veranlassung gibt. Diese Verkürzung ist das Resultat der dem Muskel natürlichen elastischen Ausdehnbarkeit; und es wird daher, wenn die Muskeln sterben, ihre Elasticität grösser und ihre Ausdehnbarkeit kleiner, eine Erscheinung, deren Wirkung man an allen Theilen des Körpers beobachten kann, obgleich man durch die Verringerung der elastischen Ausdehnung, an den Stellen, wo gerade die Spannung grösser ist, auch die Todtenstarre in auffallenderem Grade beobachten wird; manchmal beobachtet man sogar eine scheinbare Contraction. All diess bezieht sich jedoch, wie schon bemerkt, nur auf diejenigen Fälle, in denen die Muskeln nicht durch auf das Rückenmark oder die Muskeln selbst wirkende Stoffe afficirt waren.

Bei meinen Vergiftungsversuchen an Hunden und Kaninchen mit Strychnin, gab ich denselben unmittelbar nach dem Tode eine solche Lage, in der sich die Extremitäten in starker Beugung befanden; nichtsdestoweniger erschien die Starre in den Beugemuskeln eben so stark, als in den Streckmuskeln, und es war diese Erscheinung am auffallendsten an Fröschen zu sehen, wenn dieselben mit Schwefelcyankalium oder mit Upas antiar vergiftet waren.

X.

Was den Einfluss der verschiedenen Krankheitsmomente, welche geeignet sind das mehr oder weniger schnelle Erscheinen und die Dauer der Todtenstarre zu beeinflussen, betrifft, so halte ich es für schwierig, darüber eine allgemein gültige Regel (wie z. B. die, je schneller die Starre eintritt, um so kürzer ist ihre Dauer, und umgekehrt), aufzustellen. Wenigstens beweisen viele Notizen Sommer's und die gesammelten Erfahrungen Piekarski's, dass man dabei mehr den Grad der Ernährung, in dem sich die Muskeln bei ihrem Absterben befinden, und den allgemeinen Zustand des Individuums, das Stadium der Krankheit, in welchem der Tod eintrat, als deren Form berücksichtigen müsse.

Bei Vergiftungen mit Strychnin haben Brücke, ich selbst und Piekarski, dieser letztere auch bei solchen mit Nicotin, sowie Leblanc und Faivre bei ihren Versuchen mit Veratrin gesehen, dass die Todtenstarre sehr schnell erschien und sehr lange andauert. Piekarski, welcher auf's sorgfältigste die nach dem Tode eintretenden Erscheinungen überwachte, sah in keinem Falle, obgleich dieselbe manchmal nur schwach auftrat, die Todtenstarre ganz aus-

bleiben. Schwach und von kürzerer Dauer sah er sie allerdings, bei Leichen an erschöpfenden Krankheiten Gestorbener, bei Greisen und, wie schon gesagt, bei Hydropischen erscheinen, und es mögen dieselben von anderen Beobachtern übersehen worden sein. Dasselbe war wohl auch dorten der Fall, wo, wie z. B. von Bichat bei Kohlenoxydgas Vergiftungen und ganz vor Kurzem von Maschka bei einer Vergiftung mit Schwämmen, die Starre nicht beobachtet wurde. Bei einer grossen Anzahl von Versuchen, welche ich mit narkotischen Giften gemacht, sah ich die Rigidität immer erscheinen (ebenso Kussmaul).

Ich lasse einige Beobachtungen, die ich in dieser Beziehung bei Vergiftungen machte, folgen, und glaube, dass dieselben wohl verdienen, hier angeführt zu werden.

Bei Vergiftungen von Fröschen durch verschiedene Substanzen, sieht man, ausser den gewöhnlichen Erscheinungen, welche manchmal durch den Einfluss der Temperatur, der Grösse der angewandten Dosis, der Reizbarkeit des Thieres, und besonders der Jahreszeit, in welcher man experimentirt, sehr beträchtliche Verschiedenheiten darbieten, die Todtenstarre nach und nach erscheinen. Diejenigen Autoren, welche die eben genannte Reihe von Umständen bei ihren Versuchen nicht berücksichtigt, haben die Wirkungsweise der Gifte oft sehr verschieden beschrieben. So findet z. B. Wittich, dass das Strychnin unter gewissen Umständen, wenn die angewandte Dosis stark genug war, wie das Curare wirke, indem es, nachdem der Tetanus vorüber, die Nerven in den Muskeln paralysire *).

Dieser Ausspruch, wie befremdend er auch zuerst erscheinen mag, ist dennoch in manchen Fällen durch die Erfahrung gerechtfertigt, jedoch immer nur unter solchen Umständen, wie wir sie sogleich beschreiben werden. Als allgemeine Regel darf man denselben aber nicht gelten lassen, wie diess Kölliker **) genügend gezeigt. Die Sache verhält sich nach unserem Ermessen folgendermassen. Gibt man einem Frosche eine kleine oder grössere Gabe ven Strychnin, so sieht man, zuweilen auf den Tetanus, eine Remission folgen; während dieser Verringerung des Starrkrampfes fährt das Herz fort zu schlagen, die Nerven verlieren ihre Reizbarkeit und hat man vorher

*) Dieselbe Bemerkung machte auch schon Moreau vor zwei Jahren, nur hat er diese Aufeinanderfolge der Erscheinungen nach kleinen Dosen von Strychnin bemerkt. Siehe Gaz. médicale de Paris 1856, Nro. 3.

**) Sitzung der med. physik. Gesellschaft in Würzb. 15. Jan. 1858.

einen Ischiadicus durchschnitten, so verliert sie dieser vor dem der anderen Seite; aber damit ist noch nicht gesagt, dass die Irritabilität der Nerven in den Muskeln aufhöre *). Dieselbe Erscheinung haben wir bei unsern Versuchen mit Extract. tanghiniae veneniferae gesehen, und haben dabei auch deren Erklärung gegeben. Dieser doch nur ausnahmsweise erscheinende Verlust muss also der Wirkung des Giftes auf die Nervenstämme zugeschrieben werden. Bei einem derart vergifteten Frosche, der einer Temperatur von 15 bis 16° R. oder darüber ausgesetzt ist, bewirkt man, dass der Tetanus nicht wieder erscheint, die Nerven und Muskeln nach und nach ihre Reizbarkeit vollkommen verlieren, also der Todt der Muskeln eintritt, worauf diese bald früher bald später starr werden, was jedoch immer noch von der grösseren oder geringeren Irritabilität des Frosches und der Jahreszeit, in welcher die Versuche gemacht werden, abhängt.

Bringt man ihn aber in eine niedrigere Temperatur von 3° bis 2° R. und darunter, wenn das Herz fortfährt zu schlagen, so stellt sich die während des Tetanus gestörte Capillargefässcirculation wieder her, und die Nerven erlangen bis zum wiederholten Erscheinen des Tetanus ihre Irritabilität wieder.

Wir beobachteten diess, ebenso wie Kunde **), und es dauerte dieser Zustand 14 Tage und darüber und verminderte sich in dem Grade, in dem wir die Temperatur erhöhten. Einen mit Strychnin vergifteten Frosch kann man vollkommen gefrieren lassen und ich habe in solchen Fällen in seinen Muskeln deutlich Eistheilchen gefühlt; einer mässigen Temperatur ausgesetzt, zeigt sich an ihm das Schauspiel vollkommen wiederkehrender tetanischer Convulsionen. Hört das Herz auf zu schlagen, so endet die Capillarcirculation und wir sehen dann einen Zustand, der dem durch Curare hervorgebrachten sehr ähnlich ist, d. h. man kann durch Reize auf die grossen Nervenstämme an den Muskeln keine Contraction mehr wahrnehmen, während die Muskeln selbst noch sehr irritabel sind ***).

---

*) Wittich meint, es erscheine diese Aufeinanderfolge der Symptome bloss nach starken Dosen; aber gleichwie Moreau, habe ich selbst bei im Winter angestellten Beobachtungen gesehen, dass viel kleinere Dosen, z. B., 0,005 Gram. essigsaures Strychnin, in den Mund eines Frosches gebracht, etwa dieselben Resultate gaben.

**) Verhandlungen der physikalisch-medizinischen Gesellschaft zu Würzburg, 1857. 8. Bd., 2. Heft.

***) Zur Prüfung der Reizbarkeit haben wir uns, ausser der für solche Zwecke gut geeigneten Pulvermacher'schen Pincette, deren sich Kölliker und Bernard bei ihren Versuchen bedienen, auch des du Bois-Reymond'schen Schlittenmagnetelektromotors bedient.

Diese Erscheinung hat jedoch einen anderen Grund: hier sind nämlich die Nervenstämme todt und die Muskeln sind es nicht, denn das Strychnin ist eben kein Muskelgift. Diese Thatsache, dass die Nerrenstämme todt sind, lässt sich auf sehr einfache Art beweissen: man hat nur den blossgelegten Ischiadicus eines auf angegebene Weise vergifteten Frosches mit einem Nerven eines gesunden Gliedes in Berührung zu bringen; so wird man, wenn man auf den oberen Theil des vergifteten Nerven einen sehr mässigen galvanischen Strom einwirken lässt, keine paradoxen Zuckungen am gesunden Gliede bemerken; diess ist jedoch (wie Haidenhain gezeigt) immer der Fall, wenn man den Nerv eines mit Curare vergifteten Frosches mit dem des gesunden Schenkels in Berührung bringt. Dieser Versuch beweist auf's bündigste die Richtigkeit der Ansicht über die Wirkungsweise des Curare, für welche Bernard, Kölliker und ich selbst einstehen. Auf ganz gleiche Weise, wie das Strychnin, wirken andere Strychnin enthaltende Substanzen und unter diesen auch das Upas tieuté. Bei Veratrinvergiftungen verhält sich die Sache etwas anders, obgleich auch hier wieder die Temperatur den gleichen Einfluss auf die Verlängerung des Tetanus ausübt; hier sieht man schon, ehe die Herzthätigkeit geschwunden, einen gewaltigen Einfluss auf die Muskeln, und man thut gut daran, sie in eine sehr niedrige Temperatur zu bringen: die paralysirende Wirkung des Veratrins erscheint immer mehr oder weniger schnell. Das Extract von Hyaenanche globosa, welches Henkel*) vor Kurzem analysirte, paralysirt die Muskeln ebenfalls viel schneller, als das Strychnin, bietet jedoch in seinen anderen Wirkungen auf Frösche, mit den von Strychnin und anderen dasselbe enthaltenden Substanzen auf diese Thiere hervorgebrachten Erscheinungen grosse Aehnlichkeit dar, nur erfolgen darnach die Reflexbewegungen nicht so stark, und die Wirkungen desselben erscheinen überhaupt nicht so schnell.

Das Extractum tanghiniae, besonders aber das Upas antiar wirken paralysirend auf die Muskeln und beschleunigen daher den Eintritt der Todtenstarre, wobei die Temperaturverhältnisse von geringerer Bedeutung sind, als bei den Strychninvergiftungen.

Das Nicotin, das Coniin, die Alkaloide des Opiums rufen ebenfalls Convulsionen und Tetanus hervor, wirken jedoch nicht in erster Linie auf

---

*) Beiträge zur Kenntniss der chemischen Bestandtheile der Früchte von Hyaenanche globosa etc. Würzburg 1857.

die Muskeln*). Die Ansicht Bernard's, welcher versichert, die reizende Wirkung des Nicotin auf die Nerven der Capillargefässe (nerv. sympathici) gesehen zu haben, und aus seiner Beobachtung, dass dieselben sehr zusammengezogen waren, den Schluss zieht, dass die Muskelconvulsionen dadurch vermittelt werden, konnte ich durch directe Beobachtungen des Capillargefässnetzes eines durch Nicotin vergifteten Frosches nicht bestätigen. Die Störungen, welche man dabei bemerkt, sieht man bei allen Tetanus nach sich ziehenden Vergiftungen, wie bei der durch Strychnin, durch Veratrin und selbst durch Schwefelcyankalium veranlassten, auftreten. Die obengenannten Alkaloide (Nicotin, Coniin etc.) tödten auch die Nervenstämme und es können damit vergiftete Frösche, einer niedrigen Temperatur ausgesetzt, ihre Irritabilität lange Zeit beibehalten.

Wenn bei Vergiftungen durch Strychnin die Todtenstarre bei gewöhnlicher Temperatur schneller erscheint, so muss diess durch die Anstrengung der Muskeln erklärt werden; dasselbe findet z. B. statt durch lange fortgesetzte Reizung der Nervenstämme mit concentrirten Salzlösungen, oder nach Anwendung der Elektricität.

Das Curare, indem es nur die Nervenendigungen paralysirt, aber keine Muskelconvulsionen erregt, trägt durchaus nicht dazu bei, dass die Todtenstarre schneller eintritt.

Durch Curare vergiftete Froschmuskeln konnten wir bei niedriger Temperatur 14 Tage lang vollkommen irritabel erhalten. War die Menge des gegebenen Giftes gering, und wurden die Thiere in einer niedrigen Tempetatur gehalten, so sahen wir dieselben, gleich Vulpian**), manchmal wieder zum Leben zurückkehren.

Werfen wir jetzt einen Blick auf die von verschiedenen Autoren gegebene Erklärungsweisen der Todtenstarre, ohne zu sehr bei der Vitaltheorie von Nysten, oder der rein physikalischen von Sommer zu verweilen. Es verdienen dieselben ohnehin nach den Untersuchungen von Ed. Weber, die zur besseren Kenntniss der Gesetze der Elasticität der Muskeln so sehr beigetragen, keiner besonderen Berücksichtigung mehr. Die Theorie Brücke's kann man, sobald man die

*) Man sehe unter andern die These von Ihmsen, Disquisitiones physiologo-toxicologicae de coniino, etc. Petropoli 1857 und Illinsky, de Nicotino respectu toxicologico et medico-forensi. Petropoli 1856.

**) Gazette med. de Paris 1856, Nr. 31.

Gerinnung des Muskelfaserstoffes annimmt, in dem Sinne Kölliker's wohl unterstützen. Es fragt sich aber, ob das, was Brücke Gerinnung nennt, nicht bloss eine andere Aneinanderlagerung der Molekeln der Muskelsubstanz ist? Ich bin weit davon entfernt, anzunehmen, dass die Einspritzungen von Alkalien und Essigsäure, welche Gierlichs, Bruch und Kussmaul gemacht haben, geeignet sind, Brücke's Ansicht zu widerlegen, da diese sowie die Einspritzungen von grossen Mengen von destillirtem Wasser, Chloroform u. s. w. zu denjenigen Experimenten gezählt werden müssen, welche die physikalischen und chemischen Bedingungen der Muskeln beträchtlich verändern. Diese Veränderungen, wie ich durch Versuche bewiesen, werden auch ohne dass man diese Flüssigkeiten in die Muskeln injicirt, schon herbeigeführt; es genügt dazu den Schenkel eines frisch decapitirten Frosches, kurze Zeit lang, in einem mit Chloroform gefüllten Fläschchen aufzubewahren, oder ihn auch nur den Chloroformdämpfen auszusetzen. Die Rigidität, begleitet von Verhärtung und Zerreiblichkeit, erscheint darauf in einigen Minuten. Gleiches Verhalten zeigen Muskeln, die man in sehr concentrirte Lösungen von Säuren, Alkalien und neutralen Salzen, in Blausäure oder Schwefelcyankaliumlösung taucht und eine Zeit lang darin verweilen lässt. Der Rigidität folgt in diesen Fällen immer ein Zustand starker, durch obige Substanzen hervorgerufener Contraction. Die Theorie von Stannius, auf die besondere Wirkung, welche die Blausäure auf die Muskeln hat, gegründet, lässt sich durchaus nicht als die richtige annehmen, da sie im Widerspruche mit einer Menge von Versuchen steht, die man mit narkotischen Giften gemacht und nicht allein, die allerdings übermässigen concentrirten Injectionen von Kussmaul, sondern auch Versuche, die man machte, indem man dieses Gift durch Resorption vom vascular System aus wirken liess, beweisen bis zur Ueberzeugung, dass durch grössere Gaben die Todtenstarre stets beschleunigt wird *). Selbst bei genauer Beobachtung aller von Stannius bei seinen Versuchen angegebenen Umstände, habe ich die Rigidität nach 2 bis 3 Stunden vollkommen erscheinen sehen. Ich erlaube mir hier, in Beziehung auf diese Frage eine Bemerkung: ist denn eigentlich der Grad der elastischen Ausdehnung, bei welchem man einen Muskel starr nennt, bestimmt? Ohne Zweifel nicht; und es ist diess der Grund, warum einige Autoren, da ihnen in dieser Beziehung der genaue Maasstab fehlt, diesen Zustand willkürlich annehmen; und doch ist er, nach

*) Siehe die dritte Abhandlung dieser Sammlung, S. 44.

der Theorie von Ed. Weber, welche die meisten Anhänger zu haben scheint, für den rigiden Muskel von der höchsten Bedeutung. Ich frage daher, welche sind die characteristischen Gränzscheiden des starren und des todten Muskels? Letzterer, sagt Ed. Weber, hat eine geringere Nachgiebigkeit als der lebende, doch ist diese immer noch viel grösser, als die des starren Muskels, diess „rührt aber vielmehr von einer beginnenden Zersetzung, als vom Aufhören eines lebendigen Contractionszustandes her."

Es müsste also die chemische Zusammensetzung eines starren und die eines todten Muskels verschieden sein. Es ist diess klar und unnöthig, dazu viele Argumente beizubringen. Haben wir aber auch einen Grund, gleich Kussmaul, anzunehmen, dass die chemische Zusammensetzung eines rigiden Muskels, was seinen hauptsächlichsten Bestandtheil, den Muskelfaserstoff anbetrifft, von der des lebenden Muskels verschieden sei? Gewiss nicht, denn wir können mit Hilfe der Endosmose und indem wir eine Salzlösung bei einer gewissen dazu geeigneten Temperatur darauf einwirken lassen, einen rigiden Muskel wieder reizbar machen, mit Ausnahme immer von solchen Fällen, wo zuerst Substanzen angewandt worden, welche in höherem Grade, als diess bei natürlichem Absterben vorkommt, die Muskelmasse afficiren, wie es sich bei Injectionen von Säuren, concentrirten Alkalien, Chloroform u. s. w. zeigt.

In diesen Fällen bewirkt man in der That eine chemische Veränderung, verursacht durch dieselben Agentien, welche, wenn sie in kleinen Mengen in die Gefässe injicirt worden wären, keine solche Veränderungen hervorgebracht haben würden. Auch hat Mialhe den Einfluss der Quantität auf das Entstehen der Albumin-Gerinnungen auf's überzeugendste bewiesen. Was die Einspritzungen von Chloroform betrifft, so hat Valentin bei Injectionen von geringen Quantitäten das Gegentheil dessen, was Kussmaul anführt, beobachtet. „Hat man," sagt er, „kurz nach dem Tode Chloroform in die Arterien getrieben, so wird hierdurch der Zeitpunkt des Verlustes der Empfänglichkeit bedeutend hinausgeschoben, weil die Schnelligkeit der Fäulnisszersetzung unter jenen Verhältnissen beträchtlich abnimmt *)."

Nicht nur durch Vergiftung rigid gewordene Muskeln, sondern auch normale, denen durch Austrocknen ein Theil ihres Wassers entzogen worden, können auf passende Weise behandelt, wie dies schon Fontana gezeigt, wieder irritabel gemacht werden. Ich halte es daher für geeigneter, den

*) Grundriss der Physiologie der Menschen. 1857. S. 526.

Grund der Muskelstarre in einer veränderten Nebeneineinderlagerung der Molekeln des Muskels, die nothwendigerweise veränderte Elasticitäts-Verhältnisse bedingt, als in der unbegründeten Annahme einer chemischen Verschiedenheit, zu suchen. Kennen wir etwa nicht eine Menge Substanzen von gleicher Elementar-Zusammensetzung oder einfache Elemente mit verschiedenen physikalischen Eigenschaften (Dimorphismus, allotropischer Zustand), die nur einer verschiedenartigen Nebeneinanderlagerung der Molekeln zuzuschreiben sind, wie z. B. die rechts und links drehende Weinsäure (Pasteur), den Sauerstoff, den Schwefel, den Phosphor etc.? Niemand wird wohl in den verschiedenen allotropischen Zuständen dieser Körper chemische Verschiedenheiten suchen. Desshalb halte ich die Annahme einer verschiedenartigen Nebeneinanderlagerung der Molekulartheilchen der lebenden und starren Muskelfaser für mehr gerechtfertigt, als die Annahme einer chemischen Verschiedenheit in der Zusammensetzung der Muskelfaserstoffes in den beiden genannten Zuständen der Muskeln.

Meine Versuche zur genaueren Erkenntniss des Wesens der Todtenstarre haben mich zu folgenden Schlüssen geführt:

1) Ein rigider Muskel ist nicht ein vollkommen todter; er befindet sich nur in einem anderen Molekularaggregationszustande, als der lebende. Diese veränderte Molekularbeziehung, lässt sich jedoch wieder zur normalen zurückführen, vorausgesetzt, dass in der chemischen Zusammensetzung des Muskels noch keine wesentliche Veränderung eingetreten. Es lässt sich diess nicht allein durch defibrinirtes Blut (Brown-Sequard), sondern besser noch durch Behandlung des starren Muskels mit den dazu geeigneten, den normalen Verhältnissen entsprechenden Salzlösungen, so wie den für die verschiedenen Thier-Klassen besonders passenden Temperaturgraden, erreichen.

2) Diese veränderte Nebeneinanderlagerung der Molekeln charakterisirt sich durch Verschiedenheit in ihren Elasticitäts-, Elektricitäts-, (Licht-), Temperatur- und Respirations-Beziehungen.

3) Ein todter Muskel unterscheidet sich von einem starren durch seine chemische Zusammensetzung, welche denselben nicht mehr an die Aufrechthaltung seiner organischen Form bindet.

4) Ein todter Muskel kann daher auch nie mehr ein starrer werden; obgleich Kussmaul behauptet, todte Muskeln durch concentrirte Injectionen wieder in starre umgewandelt zu haben. Ich betrachte dieses Phänomen als ein rein physikalisches, und durchaus in keiner Beziehung zur eigentlichen Todtenstarre stehend. Dasselbe

kann man von allen anderen Injectionen in das Muskelgewebe, welche mehr grober Art sind, sagen. Aus diesem Grunde können auch auf solche Weise getödtete Muskeln, mit den Mitteln, welche wir zum Wiederbeleben besonders geeignet gefunden, nicht wieder belebt werden.

5) Die gewöhnliche Temperatur begünstigt die Todtenstarre nur insofern, als sie den Muskeln einen Theil des zu ihrem Bestande nöthigen Wassergehaltes entzieht. Zu hohe und zu niedrige Temperaturgrade, indem sie die Molekulardisposition der Muskeln bis zu einem gewissem Grade ändern, können die Muskelstarre dadurch begünstigen. Aber bei einem gewissen Grade tödten sie dieselben, gleich concentrirten Injectionen, indem sie die chemische Zusammensetzung derselben modificiren.

6) Unterbrochene magnetelektrische Strömungen vermögen die Starre schneller als constante Ströme herbeizuführen; diese Beobachtung kann man selber bei lebenden Thieren (Brown-Sequard) machen; aber eine starke und fortgesetzte Elektrolyse kann auch das Absterben der Muskeln begünstigen.

7) Die Paralyse der Nerven innerhalb der Muskel ist ohne Einfluss auf den Eintritt der Todtenstarre.

8) Reizzustände des Rückenmarks und der Nervenstämme können ihren Eintritt beschleunigen, da sie Convulsionen und tetanische Bewegungen im Muskel erregen.

9) Diejenigen Substanzen, welche das Herz und die Muskeln der freiwilligen Bewegungen paralysiren, veranlassen auch, unter sonst gleichbleibenden Umständen, am schnellsten die Todtenstarre.

10) Man kann, nach Stannius, während des Lebens die Rigidität eines Gliedes erzielen, indem man ihm durch eine Ligatur die Blutzufuhr entzieht; es verschwindet aber dieser Zustand, sobald man die Ligatur entfernt und die Blutcirculation wieder ungehemmt stattfindet.

11) Es kann daher das Phänomen der Muskelstarre, wenn man es auch an einem lebenden Wesen beobachten und wenn man es an todten Körpern in Irritabilität umwandeln kann, für sich allein bestehend, streng physiologisch gesprochen, nicht als untrügliches Zeichen des Todes betrachtet werden, obgleich die differentielle Diagnose zwischen diesem Zustande und den Contracturen, dem Tetanus und der Katalepsie keine bedeutenden Schwierigkeiten bietet.

